SHOUT
SHARE
IT

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

27906

Bought

September 29, 1908 - November 22, 1909.

"Biologica"

Raccolta di Scritti di Biologia

diretta dal

Dott. Prof. ERMANNO GIGLIO-TOS

della R. Università di Cagliari

VOLUME II.

(Con 23 tavole)

TORINO
CARLO CLAUSEN (HANS RINCK Succ.)
Libraio delle LL. MM. il Re e la Regina

1909.

04 13/2

Proprietà Letteraria

Tipografia G. Capella - Ciriè.

INDICE

delle materie contenute nel presente volume

MEMORIE ORIGINALI.

N. 1. — L. Granata - Di un nuovo parassita dei millepiedi (I Tavola).

N. 2. — Dott. A. Salmon - Sulla funzione del sonno.

Recensioni.

N. 3. — Dott. E. Giglio-Tos - Sull'interpretazione morfologica e fisiologica degli infusori.

N. 4. — Giglio-Tos E. e Granata L. - I mitocondrii nelle cellule seminali maschili di « Pamphagus marmoratus » Burm.

N. 5. — Capua-Giuffrè A. - Contributo alla conoscenza della spermatogenesi della Phyllirhoë bucephala.

N. 6. — Casu A. - Osservazioni bio-chimiche sulla Salsola tragus L.

N. 7. — Mara E. - Sulla cloaca e ghiandole annesse del maschio di Euproctus Rusconii (Genè).

N. 8. — D'Amico A. - Contributo alla conoscenza morfologica ed istologica della cloaca e del receptaculum seminis di Euproctus Rusconii (Genè).

N. 9. — Pes O. - Ricerche embriologiche ed istologiche sulla fina anatomia della sclerotica.

N. 10. — Giglio-Tos E. - L'eredità e le leggi razionali dell'ibridismo.

N. 11. — Cusmano G. - Sul grasso dell'artemia salina (Linn.) di Cagliari.

N. 12. — Trinchieri G. - Ricerche intorno alla distribuzione dell'elemento muscolare nell'esofago del cane.

N. 13. — Recensioni.

N. 14. — Rosa D. - Il valore filogenetico della neotenia.

N. 15. — Granata L. - Le divisioni degli spermatociti di « Xylocopa violacea » L. (Tav. XXI e XXII).

N. 16. — Artom C. - Cromosomi ed eterocromosoma nelle cinesi spermatogenetiche di « Stauronotus maroccanus » Thunb. (Tav. XXIII).

N. 17. — Recensioni.

27,906

N. 1. Periodico Trimestrale. 1908.

"Biologica,,

Raccolta di Scritti di Biologia

diretta dal

Dott. Prof. ERMANNO GIGLIO-TOS

della R. Università di Cagliari

Vol. II - Fasc. 1

(Con 1 tavola)

TORINO
CARLO CLAUSEN (HANS RINCK Succ.)
Libraio delle LL. MM. il Re e la Regina
1908.

"Biologica„

VOLUME II

« *Biologica* »   Vol. II - N. 1.

Istituto di Zoologia e di Anatomia e Fisiologia comparate della R. Università di Cagliari
diretto dal Prof. ERMANNO GIGLIO-TOS

LEOPOLDO GRANATA

DI UN NUOVO PARASSITA DEI MILLEPIEDI

(*Capillus* n. g. *intestinalis* n. sp)

Tav. I.

L'intestino del Millepiedi comune di Cagliari (*Pachyiulus communis* (Savi) *Silv.* (= *Julus flavipes* Koch) (1) oltre che da numerosi parassiti — Gregarine principalmente, Infusori, Nematodi — corrispondenti probabilmente a specie note, già segnalate in julidi di altre località, è infestato anche da un'abbondante infezione di un parassita che ritengo nuovo e del quale credo opportuno dare ora una semplice descrizione, le sue affinità sembrandomi ancora molto oscure ed incerte.

Sono pochissimi i millepiedi osservati nei quali non esista l'infezione, e questa è, in generale, abbondantissima e strettamente localizzata nella prima porzione dell'intestino posteriore.

Se non che, la presenza di altri elementi e di detriti vegetali di ogni sorta, rende assai difficile il seguire le varie fasi del ciclo vitale del parassita, che non mi è stato quindi per ora possibile definire completamente, pure avendo continuato le osservazioni per lungo tempo e durante tutte le stagioni dell'anno.

I millepiedi furono sempre preferibilmente, presi nello stesso posto, in un cortile dell'Università, dove si trovano abbondantissimi, in mezzo a residui di vecchio legname marcescente. Però ho trovato l'infezione anche in tutti gli esemplari di *Pachyiulus* di altre località, che ò potuto esaminare.

---

(1) Debbo l'esatta determinazione della specie al prof. F. Silvestri della R. Scuola Superiore di Agricoltura di Portici, al quale porgo i miei più sentiti ringraziamenti.

Venivano presi in gran numero, assieme alla terra e ai residui, e tenuti in laboratorio, in ambiente adatto, dove si conservavano in eccellenti condizioni.

Si riesce facilmente a togliere al millepiedi l'intero intestino. Separata la parte infetta (la localizzazione del parassita è senza eccezioni) la si può liberare dallo strato muscolare ed avere così libero il solo strato epiteliale. Aprendo questo, e distendendolo sul vetrino, si vede l'intera superficie cosparsa abbondantemente, qualche volta fino ad esserne letteralmente ricoperta, di lunghi tubi di colore gialliccio o giallo bruno, disposti in fasci o aggrovigliati, decorrenti tra le pieghe intestinali e seguendone le sinuosità, o liberi nel lume intestinale che qualche volta — come si vede in sezioni traversali — ne è completamente occluso.

Sono dei veri agglomeramenti del parassita.

I tubi sono attaccati all'epitelio, al quale aderiscono tutti, per mezzo di uno speciale apparecchio di fissazione, e decorrono poi perfettamente indipendenti l'uno dall'altro.

Non si nota nessun vero movimento; solo, i tubi che vengono spostati o ripiegati, tendono a riacquistare la loro posizione con una flessione lentissima.

⁂

L'apparecchio di fissazione (fig. 1 - 12) per mezzo del quale il parassita si attacca come per una ventosa all'epitelio intestinale, è costituito di una spessa membrana di colore variabile dal jalino al gialliccio al giallo bruno, e attraversata longitudinalmente da profonde striature.

La forma e le dimensioni sono assai variabili. Si presenta comunemente come una specie di coppa, a cui segue un collo più o meno lungo, o pure come un tubo irregolare che si allarga a calice ad una estremità, o pure in altre forme più o meno variate, una sola parte delle quali è stata rappresentata nelle figure. La colorazione è sempre più intensa nel punto di attacco al tubo, dove si trova sovente un ispessimento a guisa di anello bruno, e diventa a mano a mano più tenue verso l'estremità che aderisce all'epitelio con un menisco concavo quasi sempre ialino.

Le dimensioni variano largamente; da una lunghezza di 10 - 11 μ a 115 μ, quale è appunto quella della fig. 3 che rappresenta una delle forme più sviluppate.

La sua costituzione è probabilmente diversa da quella della membrana del tubo, almeno pel modo di comportarsi di fronte alle sostanze coloranti.

Il *tubo* è perfettamente cilindrico, arrotondato all'estremità anteriore, dove penetra nella ventosa, e tronco all'altra estremità, dove, come vedremo, allo stato adulto è spezzato.

Le sue dimensioni sono variabilissime e può raggiungere una lunghezza di 5 mm. per una larghezza di 10 - 12 μ.

La *membrana* è spessa, a doppio contorno, perfettamente individualizzata; quando si spezza, il tubo si vuota assai facilmente del contenuto protoplasmatico.

Tale membrana è jalina negli individui giovani e, negli adulti, nella prima porzione che segue la ventosa. Presenta poi, ora gradatamente, ora con limiti netti, una colorazione gialliccia, caratteristica, la cui intensità va sempre crescendo verso l'estremità posteriore, dove acquista talvolta un colore bruno, accentuatissimo.

La porzione più intensamente colorata è sempre, come vedremo, la più vecchia.

Tutte le sostanze coloranti colorano, in generale, intensamente la membrana che presenta così, specialmente negli individui adulti, una seria difficoltà per lo studio del protoplasma.

Mi è stato necessario, per raggiungere questo scopo, di approfittare della metacromasia di varie sostanze, e specialmente del bleu di toluidina. Con questo colorante, dopo fissazione in sublimato o in alcool, o anche a fresco, la membrana acquista una tenue colorazione rosso chiara, mentre il protoplasma si colora in bleu. La membrana della ventosa si colora invece in verde.

La porzione più bruna della membrana e del collo della ventosa non si colorano mai.

Riguardo alla composizione chimica della membrana la reazione della cellulosa con acido solforico e iodio dà un risultato alquanto incerto che può tuttavia lasciar dei dubbi sulla natura cellulosica della membrana. La reazione con acido iodidrico iodato dà risultato negativo.

Il tubo è ripieno di un *protoplasma* jalino, continuo nella porzione anteriore, ma che presenta poi, a mano a mano, una vacuolizzazione più o meno abbondante.

Vi sono immersi dei grossi granuli, scarsi in una prima porzione, poi abbondantissimi per un tratto e poi più rari, aggruppati intorno ai vacuoli.

Il bleu di toluidina colora in bleu il protoplasma e presenta una spiccata metacromasia violetta per i granuli.

A fresco non si distinguono mai nettamente i nuclei, tranne in qualche caso in cui il protoplasma presenta granuli scarsissimi. E, anche nei preparati colorati, è assai difficile distinguerli, immersi come sono tra i granuli fortemente cromatici.

Ho potuto metterli in evidenza con l'ematossilina ferrica, dopo fissazione con sublimato, lasciando agire per poco tempo (1 - 2 ore) l'ematossilina e decolorando a lungo. Risultati mediocri ò ottenuto anche con l'ematossilina di Ehrlich, trattando a lungo con allume, e con l'emallume stesso.

Per tutta la lunghezza del tubo vi è una ininterrotta serie di nuclei, che sono numerosissimi e aggruppati nella parte anteriore dove avviene una rapida moltiplicazione, e seguono poi su una sola fila irregolare, a breve distanza l'uno dall'altro.

Le divisioni sono abbondantissime ed irregolari, così che si ànno spesso nuclei in aggruppamenti oppure più o meno distanziati.

Nei preparati con l'ematossilina ferrica, quando si protragga assai la decolorazione, si distingue nel nucleo uno spazio chiaro di forma irregolarmente sferica od ovale e in questo un cariosoma fortemente colorato, rotondo o allungato.

⁂

Si à una grande incostanza, come nella forma dell'apparecchio di fissazione, così nelle dimensioni dei tubi e nel loro aspetto allo stato adulto, cioè quando à principio la moltiplicazione.

Si nota una *forma grande* (fig. 2) caratterizzata sopra tutto dalla grande abbondanza dei granuli del protoplasma; la membrana è spesso colorata assai intensamente e l'apparecchio di fissazione si presenta nelle sue forme più sviluppate.

Le dimensioni, assai variabili, raggiungono in questi individui il loro massimo: 5, 6 mm. di lunghezza per 10, 12 μ di larghezza.

Un'altra forma, *piccola,* (fig. 1) è caratteristica per il protoplasma fittamente vacuolizzato in tutta la sua estensione, e contenente pochi e piccoli granuli. La membrana è, in genere, leggermente colorata, e l'apparecchio di fissazione semplicissimo.

Si ànno individui quasi sempre piccoli, talvolta piccolissimi, della grossezza di 5, 6 μ.

Queste variazioni, sebbene assai spiccate, non ànno probabilmente se non un significato di variazioni individuali, dipendenti dalle condizioni di nutrizione del parassita, relative naturalmente alle condizioni dell'ospite.

È da notarsi, a questo riguardo, che le forme più grandi sono più comuni durante l'inverno e, in questa stagione, l'infezione è sempre abbondantissima mentre invece, durante l'estate, sono più comuni le forme minori, e l'infezione è scarsa. Ed è evidente che le condizioni dell'ospite, giudicando dal suo modo di vita, siano assai migliori durante la stagione umida che non durante la siccità (1).

---

(1) È importante notare, a questo proposito, che, in Sardegna, l'inverno è in generale mitissimo, mentre si à, d'altro lato, una grande siccità durante l'estate. I millepiedi trovano quindi condizioni adatte dall'ottobre al maggio, epoca in cui, probabilmente, trovano in altre regioni le condizioni peggiori.

MOLTIPLICAZIONE

La moltiplicazione si compie in due modi distinti.

Il primo modo, che è il più comune, procede essenzialmente per una divisione del protoplasma nell'interno dei tubi, conducente alla formazione di un numero variabile di parti individualizzate e indipendenti, capaci di riprodurre l'intero organismo *(merozoiti)*.

Formazione dei merozoiti.

Ad un certo momento, assai variabile, dello sviluppo, il protoplasma si strozza a distanze pressochè uguali, e si divide in varie porzioni che vengono poi a trovarsi separate e indipendenti l'una dall'altra, mediante sepimenti bene evidenti, continuazione della membrana esterna (fig. 13), il cui modo di formazione mi sfugge.

I sepimenti ànno una forma caratteristica, quasi a disco, con due sporgenze che s'internano in una cavità del merozoite corrispondente, e sono sempre perfettamente ortogonali all'asse del tubo, il quale, corrispondentemente a ciascuno di questi sepimenti, presenta, anche all'esterno, un leggero strozzamento.

La divisione si compie, senza intervalli, dall'estremità posteriore fino ad una certa distanza dall'estremità anteriore del tubo: questa distanza può essere assai variabile.

Il numero dei nuclei contenuto in ognuna di queste porzioni di protoplasma è naturalmente assai vario, per l'irregolarità della loro disposizione. Generalmente se ne contano da 2 - 3 a 8 - 9, ma si trovano anche segmenti che ànno, inizialmente, un solo nucleo. Questo poi si divide e i due nuclei figli si portano ciascuno ad una estremità, dove di dividono ancora (fig 14 a b c).

Contemporaneamente il protoplasma si riveste di una membrana ed acquista anche, talvolta, la forma caratteristica che sarà poi quella del merozoite libero.

I merozoiti così formati cominciano ad uscire dal tubo, uno dopo l'altro o anche contemporaneamente, e senza regola, cominciando da uno qualsiasi che è però, generalmente, il primo verso la parte anteriore.

Vicino al sepimento, corrispondentemente alla parte che sarà la parte anteriore del merozoite, la membrana esterna si rompe e presenta un'apertura ovale per la quale il merozoite esce con un movimento a piccoli scatti regolari, che ritengo doversi attribuire ad una vera contrazione della membrana stessa, la quale, infatti, a mano a mano che si vuota, si rattrappisce (fig. 15).

In alcuni casi, dei quali non saprei dar ragione, se non attribuendo il fatto ad un eccessivo spessore della membrana. i merozoiti crescono esageratamente, e, invece di uscire dal tubo, si ripiegano su sè stessi (fig. 16) sino ad acquistare talvolta una lunghezza doppia della lunghezza normale. Non so quale sia la sorte di questi individui aberranti.

Qualche volta, quando incomincia l'uscita dei merozoiti, la ventosa si distacca dall'epitelio, e la parte indivisa, se abbastanza lunga, si ripiega su sè stessa, a spirale. Qualche volta invece la parte indivisa continua a rimanere attaccata anche dopo l'uscita dei merozoiti.

La forma più comune del merozoite è di un tubo cilindrico alquanto ingrossato nella parte anteriore e appena leggermente affilato all'estremità opposta (fig. 17).

La membrana è sottilissima e sempre completamente incolora.

Il protoplasma è scarso nella porzione anteriore, poi pieno di abbondanti granuli per un altro tratto, e all'altra estremità, raramente, interrotto da qualche vacuolo.

Anche i merozoiti sono, per dimensioni e aspetto, assai variabili, a seconda degli individui dai quali ànno preso origine, specialmente riguardo al numero dei nuclei e al protoplasma, fittamente granuloso in quelli derivanti dalle forme grandi, e scarsamente granuloso e vacuolizzato in quelli derivanti dalle forme minori.

Il loro spessore è vario, a seconda dei tubi dai quali provengono; la loro lunghezza invece, anche per quelli derivanti da individui simili, varia nei limiti più vasti, da 20 - 25 μ a 200 μ e più.

Ma tutti i merozoiti, da qualunque forma derivino, seguono esattamente la stessa sorte.

Accrescimento dei merozoiti.

I merozoiti non sono capaci di nessun movimento. Ma, usciti dai tubi che decorrono, come ò detto, tra le pieghe intestinali, vengono a trovarsi senz'altro a contatto dell'epitelio.

Eccentricamente all'asse, da un lato dell'ingrossamento caratteristico della parte anteriore, si forma subito una piccola escrescenza membranosa, avente forma di un piccolo imbuto tronco, e, per mezzo di questa, che rappresenta l'inizio dell'apparecchio di fissazione, il merozoite si attacca all'epitelio.

Quindi incomincia l'accrescimento che deve condurre alla formazione di un nuovo individuo.

Questo avviene in un modo speciale. Il merozoite mantiene costante la sua forma e le sue dimensioni, e tra esso e la ventosa, per una specie di accrescimento intercalare, viene a formarsi il nuovo tubo che cresce a poco a poco e si allunga, sempre verso la parte anteriore (fig. 18 a b c).

Contemporaneamente avviene, sempre verso la stessa direzione, una rapida moltiplicazione nucleare che interessa probabilmente, all'inizio, solo i primi nuclei del merozoite.

Il rimanente di questo resta per ora inalterato, così che si trovano individui costituiti di un tubo di varia lunghezza che termina, all'estremità posteriore, con una porzione ingrossata e ricurva (fig. 19).

Ma, ad un certo punto (e mi è impossibile dire per ora da che cosa sia determinato quando il nuovo tubo à acquistata una lunghezza oscillante tra i limiti più vasti, interviene un fenomeno il cui significato è certo da ritenersi assai importante per la determinazione del valore che deve attribuirsi a questo merozoite caratteristico.

Il protoplasma del nuovo tubo si divide dal protoplasma del merozoite mediante un sepimento più o meno marcato, o anche senza.

Avviene poi, in seno al merozoite, una specie di plasmolisi per cui i granuli scompaiono, e il protoplasma si riduce ad una massa uniforme di color giallognolo, interrotta qua e là (fig. 20). Quindi si vuota, e rimane la membrana che poi si spezza e si stacca.

Talvolta questo avviene prima per una porzione corrispondente circa alla metà del merozoite, e poi per il resto (fig. 21).

Il tubo neo-formato continua a crescere e raggiunge la forma adulta che ò descritta, nella quale comincia la divisione, la formazione dei sepimenti, e quindi la formazione dei merozoiti.

⁂

Questa parte del ciclo non rappresenta evidentemente che un modo di diffusione del parassita in seno all'ospite, giacchè tutti i merozoiti si attaccano all'epitelio per seguire, verosimilmente, tutti la stessa evoluzione.

Anche questo modo di divisione, rapido abbondante e continuo, riesce in certo modo, a darci una spiegazione della enorme abbondanza del parassita.

Ma rimane a definire quale sia il modo di propagazione del parassitismo da un ospite all'altro.

L'infezione comincia in uno stato assai giovane della vita del millepiedi, tanto che ne furono osservati dei giovanissimi nei quali già esisteva, relativamente assai abbondante. Quale è l'origine dell'infezione?

⁂

La seconda parte del ciclo si compie in individui speciali — *sporonti* -- che, sebbene non presentino differenze morfologiche essenziali dagli schizonti, pure si distinguono evidentemente da questi.

Gli sporonti maturi sono caratteristici per avere all'estremità posteriore, dopo la porzione vacuolarizzata, tre o quattro segmenti, in generale assai lunghi, con protoplasma fittamente ripieno di granuli, più che in qualsiasi altro caso, in mezzo ai quali sta una grande quantità di nuclei, che appariscono a fresco come spazj chiari.

Avviene dunque in seno allo sporonte, progressivamente, una moltiplicazione nucleare abbondantissima, e, forse contemporaneamente, la divisione in segmenti.

Si vede chiaramente il procedere della moltiplicazione dei nuclei quando si ànno, all'estremità del tubo, tre o quattro segmenti già formati, come è rappresentato nella fig. 23. Nel primo segmento a cominciare dalla parte anteriore, che è il più giovane, si vede una serie di nuclei disposti su una sola fila. Nel secondo e nel terzo, la fila si raddoppia, così che nell'ultimo, all'estremità, si vedono i nuclei disposti su due file, quasi regolarmente alterni.

In certi casi però sono sempre su una sola fila, fittamente vicini.

Il protoplasma di ciascun segmento si vede nettamente individualizzato senza che però si rivesta di una membrana.

I fenomeni seguenti si svolgono, pur non variando sull'essenza, in modo alquanto incostante. Ma vediamo il caso più comune.

La massa protoplasmatica del segmento in cui la moltiplicazione nucleare à raggiunto l'estremo, si divide rapidamente in tante piccole porzioni, quanti nuclei vi sono (fig. 24). Quasi subito dopo, si comincia a notare nelle particelle un certo movimento dalle due estremità verso il mezzo. dove il tubo si allarga sinchè viene ad acquistare un aspetto quasi fusiforme (fig. 25). Quindi la membrana si rompe e le particelle si precipitano fuori, dove rimangono aggruppate per un certo tempo. Poi si distaccano mercè un lento movimento ameboide che conduce sempre a forme simili (fig. 26 a d) e, dopo poco tempo, ad una forma immobile (fig. 26 e). Questa si arrotonda e si ricopre di una membrana.

Qualche volta avviene che alcuni dei corpi mononucleati rimangono dentro al tubo (fig. 27) dove continuano la loro evoluzione.

Il fenomeno può procedere diversamente dal modo descritto.

In alcuni casi tutto il contenuto del sepimento, indiviso, esce dal tubo per una rottura di questo nel mezzo o ad una estremità, e si à così libero un plasmodio polinucleato (fig. 28) che acquista subito movimento ameboide, emettendo lobi caratteristici (fig. 29-30).

Quindi si divide irregolarmente in porzioni più piccole, e queste, alla loro volta, in parti mononucleate del tutto simili a quelle che si formano nel tubo e, come quelle, si trasformano nei corpi mononucleati immobili.

In ambedue i casi avviene, però non costantemente, che una porzione del protoplasma del segmento non prende parte alla formazione dei corpi mononucleati o del plasmodio polinucleato, ma esce assieme a questi e va in perdizione, costituendo così una specie di reliquato.

I corpi mononucleati si arrotondano e si ricoprono di una spessa membrana, qualche volta giallastra.

Si ritrovano poi nel retto, assieme alle feci, e assieme a queste vengono poi emessi e quindi ingeriti probabilmente da altri ospiti, in seno ai quali ricominciano — ignoro come — il ciclo.

⁂

È importante sapere quale sia l'origine degli sporonti.

Si può ammettere che essi derivino da individui speciali, destinati dopo una serie di generazioni per divisione, ad una generazione per spore. Ho accennato all'esistenza di merozoiti di vario aspetto, pur non potendo considerarli se non come variazioni individuali. Ma, in ogni modo, è impossibile sapere quale merozoite abbia dato origine allo sporonte che si distingue dagli altri solo allo stato adulto, e cioè quando non esiste già più traccia del merozoite originario.

O pure, tenendo conto del fatto che non tutto il protoplasma del tubo prende parte alla divisione e alla formazione dei merozoiti, nello schizonte, e la parte indivisa continua spesso a rimanere attaccata all'epitelio, si può ammettere che gli sporonti non segnino se non uno stato avanzato della vita di uno stesso individuo in cui si avrebbe così un accrescimento continuo a cui segue parallelamente la divisione, per un certo numero di generazioni, sinchè — forse determinata da condizioni speciali — non abbia luogo la sporulazione.

Ma nessun fatto può dimostrare e nessun fatto può negare la possibilità di questa supposizione.

La sporulazione avviene presumibilmente solo durante l'inverno, in individui in generale assai sviluppati; in estate fu osservato solo raramente qualche sporonte. È lecito, forse, pensare che le condizioni di vita abbiano importanza nel succedersi delle due forme di moltiplicazione.

⁂

Mi sembra del tutto prematuro poter decidere quale debba essere la posizione sistematica di questo organismo.

Le sue affinità sono evidentemente assai indecise e non forse minori con alcuni vegetali inferiori che con gli sporozoi.

Molti punti di contatto vi sono con gli *Amœbidium* di Cienkowski.

Io ò potuto chiaramente studiare questo genere, avendone trovato un'infezione abbondantissima, sulle *Dafnie* di Cagliari, appartenente all'*A. parasiticum* (Cienk)(1).

La somiglianza generale è molto limitata. Il parassitismo che mi sembra nel mio caso non dubbio è spiccatamente contrapposto al commensalismo degli *Amœbidium* sulle

---

(1) Debbo porgere i più vivi ringraziamenti al Signor E. Chatton dell'Istituto Pasteur di Parigi il quale, pregato dal Prof. Giglio-Tos, direttore di questo Istituto, ebbe la cortesia di inviarmi due bellissimi preparati di *Amœbidium parasiticum* (Cienk) su antenne di *Daphnia magna*.

Dafnie. In oltre il ciclo di sviluppo presenta varie diversità, tanto nella formazione dei merozoiti (spore), nel loro sviluppo, quanto nella formazione e nell'evoluzione dei corpi ameboidi.

Io propongo pertanto di collocare questo organismo (*Capillus* n. g. *intestinalis* n. sp.) tra gli *Exosporidi* (Perrier), riservandomi in seguito più particolari ricerche ed uno studio più accurato delle sue affinità.

Spiegazione delle figure

Ciclo di sviluppo di *Capillus intestinalis.*

Tutte le figure, tranne le fig. 14, 15, 19 e 31 rappresentano un ingrandimento di circa 400 diametri; le fig. 14 e 15 di circa 100 diametri; la fig. 19 di circa 160; la fig. 31 di circa 800.

Fig. 1 — Forma piccola, estiva.
» 2 — Forma grande, invernale.
» 3 a 12 — Varie forme dell'apparecchio di fissazione.
» 13 — Un segmento, poco prima dell'uscita del merozoite.
» 14 a b c — Moltiplicazione dei nuclei nei segmenti.
» 15 — Fuoriuscita di un merozoite dal tubo.
» 16 — Un merozoite aberrante.
» 17 — Merozoite libero.
» 18 a b c — Accrescimento dei merozoiti.
» 19 — Uno stadio avanzato dell'accrescimento.
» 20 e 21 — Plasmolisi del merozoite.
» 22 — Un merozoite molto lungo.
» 23 — Estremità posteriore di uno sporonte.
» 24 e 25 — Formazione e uscita dei corpi ameboidi da un segmento dello sporonte.
» 26 a b c d e — Evoluzione del corpo ameboide.
» 27 — Spore formatesi dentro al tubo.
» 28, 29 e 30 — Forme successive del plasmodio polinucleato.
» 31 — Un nucleo di divisione.

Dott. ALBERTO SALMON

SULLA FUNZIONE DEL SONNO

(Risposta ad alcune critiche)

Recentemente io detti alle stampe una mia memoria su questo importante argomento [1] dove mi proposi di dimostrare gl'intimi rapporti tra le alterazioni funzionali dell'Ipofisi ed i disturbi del sonno.

Non a caso certamente io mi accinsi allo studio di quelle relazioni, ma a questo mi spinse il convincimento che il sonno, non potendosi considerare come effetto d'un semplice fatto vasomotorio o tossico, possa comprendersi perfettamente quando si riferisca la sua origine ad una secrezione interna fisiologica; pensai che se il sonno consiste veramente in una funzione antitossica, in un fenomeno di nutrizione per i centri nervosi, non avrebbe dovuto esserne estranea l'Ipofisi, la più importante glandola a secrezione interna che risieda nella teca cranica, glandola destinata a neutralizzare le intossicazioni che invadono gli elementi nervosi (Gemelli, Pirone, Torri, Rogowitch, Guerrini) ed a presiedere alla loro nutrizione (Collina, Narboute, Schönemann, De Coulon, Mairet Bosc, Andriezen, Cyon).

---

[1] Salmon. A. — Sull'origine del sonno — Studio delle relazioni tra il sonno e la funzione della glandola pituitaria — Firenze, Tip. Luigi Niccolai, 1905.

Quello studio mi veniva quasi suggerito dai ben noti rapporti tra i disturbi psichici e le alterazioni dell'Ipofisi, sia che questa fosse iperattiva nella sua funzione sia nel caso della sua distruzione; io notava infatti che generalmente veniva descritto lo stato di agitazione psichica, il delirio nei tumori che distruggevano la glandola, il sopore invece, l'apatia speciale dei mixoedematosi nei casi in cui il tumore ipofisario rivelava un iperfunzione secretoria (1).

Uno studio quindi accuratissimo dei disturbi del sonno nei casi di tumori dell'Ipofisi, con o senza acromegalia, mi rivelò a piena conferma della mia ipotesi, che le modificazioni del sonno vennero osservate in quei pazienti con una singolare frequenza. Io trovai infatti descritta la sonnolenza in 80 casi di tumori ipofisari, molti dei quali rivelarono all'esame anatomico una notevole iperplasia del lobo anteriore glandolare (Brooks, Comini, Neal Shuth, Fratnich,) una semplice ipertrofia vascolare (Brigidi, Waddel, Rayer, Gubler) o dei sarcomi od epiteliomi nel loro stato iniziale (Soca, Cestan Halberstadt, Ogle, Launois ecc.) senza distruzione o fatti degenarativi del tessuto glandolare o neoplastico. La sonnolenza è frequentissima ed iniziale nell'acromegalia, affezione che di regola si accompagna nella sua prima fase ad una iperattività funzionale dell'Ipofisi (Massalongo, Tamburini) od a sarcomi ipofisarì, molti dei quali si rivelarono poi ad un rigoroso esame microscopico come semplici iperplasie (Benda, Hanau, Caselli) Di fronte a questi casi, io citai un numero considerevole di pazienti ad Ipofisi completamente distrutta, pazienti che dimostrarono l'insonnia spesso indipendente dalla cefalea, insonnia ribelle che talvolta cessò colla somministrazione di sostanza ipofisaria (Blair). Trovai generalmente citata l'insonnia nell'ultimo stadio dell'acromegalia, nella cachessia acromegalica, quando il tumore ipofisario, sia questi costituito da una semplice ipertrofia o da un neoplasma, è generalmente colpito da gravi fatti degenerativi Alcuni di questi casi ad esempio il caso Haskovek, rivelarono nel primo periodo dell'affezione la sonnolenza, nell'ultima fase l'insonnia, quasi ad indicare la fase degenerativa del tumore glandolare.

---

(1) I rapporti tra i disturbi mentali e le alterazioni ipofisarie vennero anche recentemente confermati da Levi e Rothschild i quali ottennero nei cretini un miglioramento del loro stato psichico colla somministrazione della sostanza ipofisaria.

A dimostrare maggiormente la stretta connessione tra i disturbi del sonno e l'alterazioni dell'Ipofisi citai alcuni casi di tumori cerebrali in cui la sonnolenza caratterizzata da un vero aumento del sonno fisiologico, si fece continua appena apparirono i sintomi dovuti alla compressione del chiasma dei nervi ottici, appena cioè si ebbe l'ipertrofia dell'Ipofisi (Righetti), così il caso Franceschi di sonnolenza per la semplice compressione della glandola per parte d'un tumore della base.

Ad ovviare infine l'obbiezione che la sonnolenza nei tumori dell'Ipofisi potesse riferirsi ad un semplice fatto di compressione degli emisferi e non alla modificata secrezione ipofisaria, io volli estendere il mio studio, a tutte quelle affezioni che di regola si accompagnano ad un'alterazione funzionale dell'Ipofisi, e potei dimostrare che in tutte quelle condizioni fisiologiche o morbose che si associano alla sua ipersecrezione, è caratteristica la sonnolenza, così nel mixoedema dove l'Ipofisi è generalmeute ipertrofica, nelle intossicazioni (epatica, gastrica, renale ecc. a lento decorso, nel lieve avvelenamento da pilocarpina, intossicazioni che sperimentalmente determinarono un'ipersecrezione dell'Ipofisi (Guerrini), così pure in tutte quelle affezioni che si complicano a meningo-encefaliti a lento decorso, a lesioni cioè che determinano sempre una congestione della Pituitaria (Wassiliew), non esclusa la malattia del sonno, affezione dove talvolta venne constatata l'ipertrofia ipofisaria (Manson). La glandola è generalmente congesta, ipertrofica nell'influenza (Boyce-Beadles) e questa presenta ordinariamente una forte sonnolenza. Molte epidemie d'influenza si caratterizzarono per uno stato continuo di sonno. L'ipofisi è di regola rossa infiammata nell'epilessia (Boyce Beadles) ed è ben noto come gli attacchi convulsivi sieno seguiti e talvolta sostituiti da veri attacchi di narcolessia.

Caratteristico è l'aumento del sonno nell'obesità e del pari sono intimi i rapporti tra quest'affezione e le alterazioni dell'Ipofisi. In molti tumori di questa glandola la sonnolenza apparve coll'aumento dell'adipe, (Cestan, Burr Riesmann, Buck, Mastri, Benson, Madelung, Berger, Franceschi, ecc)

L'insonnia invece venne da me riscontrata in tutte quelle affezioni che alterano profondamente la funzione ipofisaria, così nel Morbo di Basedow dove la glandola si presentò talvolta notevolmente atrofica (Benda) o degenerata (Gemelli), nella tubercolosi polmonare (Boyce Beadles) dove l'insonnia spesso migliorò colla cura pituitaria (Renon-Delille-Parisot) nell'avvelenamento da atropina che diminuisce tutte le secrezioni compresa quella dell'Ipofisi. Il sonno diminuisce nell'età senile che si accompagna pure ad un difetto della secrezione ipofisaria (Benda, Vassale) nella nevrastenia dove si ha un' 'iposecrezione generale.

Io ricercai pure i disturbi del sonno nella sifilide, la quale si associa a manifestazione glandolari ed a lesioni dell'Ipofisi (Beadles, Barbacci, Sokoloff, ecc.) e senza sorpresa trovai numerosi casi di narcolessia d'origine sifilitica (Arkle, Buzzard, ecc.) Ricordai il caso Loweland-Marlow che presentava tutti i sintomi più caratteristici del tumore ipofisario ed una continua e ribelle sonnolenza, caso che guarì completamente colla cura mercuriale.

Citai pure dei casi di vera narcolessia o di sonno continuo (Benson, Brooks, ecc.) dove la sonnolenza insorse dopo un trauma al capo contemporaneamente ai sintomi del tumore ipofisario.

L'esame dei disturbi ipnici in rapporto alla vita genitale costituisce pure un contributo alla mia ipotesi. La sonnolenza si ha nella gravidanza, nella castrazione, condizioni in cui la glandola è di regola ipertrofica (Compte, Morandi, Fichera, ecc.) Citai alcuni casi in cui la neoplasia ipofisaria e la sonnolenza, insorsero dopo la sospensione dei mestrui (Day, Herbst).

Ricordo infine che ormai convinto degli intimi rapporti tra il sonno e la funzione dell'Ipofisi, e conoscendo le strette relazioni anatomiche e funzionali tra questa glandola e le cavità nasali, volli anche ricercare i disturbi del sonno nelle malattie nasali e fui ben fortunato in quella ricerca poichè potei citare nel mio lavoro dei casi interessantissimi di narcolessia per malattie nasali, casi che guarirono del loro disturbo colla scomparsa della affezione nasale.

Caratteristica è la sonnolenza nelle vegetazioni adenoidi del naso faringe (Gatteschi), e la rapidità con cui essa scompare colla loro estirpazione.

Frequentissima è l'insonnia nelle sinusiti sfenoidali. Io stesso potei osservarne un caso interessantissimo dove l'insonnia inesplicabile e ribelle cessò solo coll'apertura del seno sfenoidale. A tutti è nota l'insonnia nella meningite cerebro-spinale epidemica la cui origine è attribuita dal Westenhöffer al propagarsi dell'infezione purulenta dal nasofaringe alle meningi lungo il tramite dello sfenoide e della fossa pituitaria.

I rapporti adunque tra l'Ipofisi ed il sonno erano così notevoli ed importanti e parlavano in modo tale per una sinergia funzionale tra la funzione del sonno e quella dell'Ipofisi che io mi permisi di avanzare l'ipotesi che questa glandola così intimamente connessa per le sue proprietà antitossiche al trofismo degli elementi nervosi, presieda alla funzione del sonno, costituisca cioè l'origine dell'interessantissimo fenomeno.

⁂

A questa mia ipotesi il dott. Agostino Gemelli, autore di pregevoli lavori sull'ipofisi, oppose una fierissima critica in un suo recente articolo sull'argomento (1), critica che colpisce non solo l'ipotesi che la glandola Pituitaria sia il centro del sonno, ma anche il concetto che io posi a base fondamentale della mia tesi, che l'origine del sonno cioè possa riferirsi ad una secrezione interna fisiologica.

---

(1) Gemelli Ag. — Fatti ed ipotesi sullo studio del sonno. *Rivista di Fisica, matematica e scienze naturali* (Pavia) 1906 - Biologica 1907 N.o 1-2.

Alle obbiezioni del Dr. Gemelli, confesso, io mi proposi di non rispondere per il momento, non già per mancare di deferenza al distinto Collega, al quale in ultima analisi non posso che essere grato di aver preso in considerazione la mia pubblicazione, ma solo per la ragione che io sono da alcuni mesi intento a fare un altro lavoro sul sonno, studiandolo dal punto di vista psicologico, fisiologico, ed in questa mia seconda memoria mi proponeva appunto di rispondere esaurientemente ed in base ad alcuni fatti sperimentali a tutte le obbiezioni del Gemelli. Però la considerazione che il mio nuovo lavoro richiede un tempo non breve e che il mio silenzio potrebbe essere male interpretato, il desiderio pure di chiarire alcuni dubbi sollevati sulla mia tesi dal Prof. Claparède distinto psicologo di Ginevra, mi decidono a rispondere subito alle critiche rivoltemi; maggiormente mi decisi a farlo per il convincimento che accettando tutti i principî biologici sul sonno sostenuti dal Gemelli, noi verremmo sicuramente ad ostacolare se non ad impedire la risoluzione dell'importantissimo problema.

Scrive il Gemelli:

« L'ipotesi del Salmon incontra tutte le obbiezioni
« che incontrano le teorie bio-chimiche del sonno. Come
« quelle, essa non da alcuna spiegazione del complesso dei
« fenomeni biologici che caratterizzano il sonno; fanno del
« sonno puramente una funzione negativa contrariamente
« ai dati di fatto ed escludono dallo studio del sonno l'ele-
« mento psicologico ».

Il Gemelli adunque nega qualsiasi valore alla mia tesi per il fatto che questa è una teoria *bio-chimica.*

Ora io mi chiedo, ed il lettore comprenderà facilmente quanta importanza debba darsi alla risoluzione del presente quesito, è giusto rinunziare ad una teoria bio-chimica per chiarire il problema del sonno?

Esaminiamo le obbiezioni che il Gemelli rivolge alle teorie chimiche, obbiezioni che egli trascrive da un importante lavoro del Claparède (1):

---

(1) Esquisse d'une thèorie biologique du sommeil. *Archives de Psychologie* 1905, T. IV.

1 — Non vi ha parallelismo tra stanchezza e sonno.

2 — L'alternativa di veglia e di sonno dovrebbe avere un tipo di periodicità a corte fasi.

3 — La concezione tossica è antifisiologica.

4 — La volontà e l'interesse possono ritardare il sonno ed alcuni sperimentatori (Patrick e Gilbert) sono riusciti a ritardarlo durante 90 ore.

5 — La volontà può inoltre favorire l'assopimento e infatti il sonno non invade un individuo se non vi è consenziente.

6 — Il sonno può essere provocato per suggestione, il che è inesplicabile con le teorie tossiche.

7 — Il sonno subisce l'influenza dell'oscurità e delle eccitazioni monotone.

8 — Il sonno parziale è incompatibile con l'ipotesi dell'intossicazioni.

9 — La curva della profondità del sonno è incomprensibile con la dottrina tossica.

10 — Le teorie chimiche non danno ragione dell'azione trofica e riparatrice del sonno.

11 — Le teorie chimiche non danno inoltre alcuna spiegazione di parecchi fatti biologici. Perchè alcuni animali si addormentano ad ogni istante come i cani ed i gatti ?

Perchè altri roditori ed erbivori hanno un sonno così leggiero ? Perchè altri, alcuni uccelli, hanno un sonno così breve ad onta che il loro corpo sia sede di scambi fisiologici assai vivi ? Perchè altri dormono più di giorno che di notte ?

12. — Le teorie chimiche non ci sanno dare alcuna spiegazione dell'insonnia degli a ienati, dei maniaci, dei nevrastenici, nè delle variazioni morbose del sonno.

Dalla semplice lettura di queste obbiezioni è facile accorgersi come esse sieno rivolte alle teorie chimiche come a quelle tossiche, quasi che una teoria chimica fosse necessariamente tossica. Ora io credo che le due teorie debbano essere ben distinte fra loro.

Nessun dubbio infatti che una teoria tossica non potrà mai spiegarci l'influenza degli stimoli psichici, suggestivi, dell'abitudine del sonno, così il sonno parziale, la speciale curva del sonno e non potrà sopratutto renderci ragione dei suoi effetti riparatori sui centri nervosi; ma se questa sostanza chimica invece di essere tossica fosse un prodotto fisiologico, ad esempio la secrezione normale d'una glandola, non potrebbero perfettamente spiegarsi tutti i fatti psichici e trofici che si hanno indiscutibilmente nel sonno?

L'illustre prof. Claparède dopo aver letto il mio lavoro mi chiese appunto in qual modo colla mia teoria avrei spiegato l'influenza della volontà nell'addormentarci. Ora io spero di aver eliminato completamente i dubbi del distinto psicologo, richiamando alla sua mente la potente influenza degli stimoli psichici su tutte le secrezioni (1). Il Pawlow dimostrò ad esempio coi geniali suoi esperimenti che il *primum movens* che nelle condizioni normali determina la secrezione gastrica, è uno stimolo psichico, il desiderio appassionato di mangiare. La secrezione stessa della saliva è il risultato dell'abitudine e dell'educazione. L'abitudine accresce fin la facoltà di piangere, come il sonno rende sonnolenti. Lo stimolo più potente per determinare la secrezione spermatica non è forse essenzialmente psichico? Le nutrici non sentono inturgidirsi il petto appena prendono in braccio il bambino per allattarlo? A tutti è noto come lo stimolo abituale della minzione, della defecazione sia ordinariamente psichico. Molti animali, ad esempio i cani, urinano ad ogni momento poche goccie di urina nella stessa guisa che hanno l'abitudine di assopirsi di un sonno leggerissimo appena sono lasciati in riposo.

Il sonno non invade generalmente un individuo se questi non vi è consenziente e lo stesso può dirsi per la minzione. Noi dormiamo a volontà come uriniamo quando lo desideriamo; noi possiamo pure con uno sforzo della volontà ritardare l'ora del sonno come il momento della minzione, però fino ad un certo limite, sorpassato il quale noi dormiamo come spandiamo le nostre urine malgrado la nostra volontà ed il nostro interesse.

---

(1) A. Salmon. — L'origine du sommeil et l'Hypophyse. *Archives de psychologie*, 1906, IV.

Il bisogno del sonno è talvolta così imperioso che per la sua intensità può solo paragonarsi al bisogno di mangiare, al bisogno di mingere, di defecare, al bisogno sessuale, veri bisogni organici i quali non s'imporrebbero certamente alla nostra volontà se non fossero determinati da speciali apparecchi glandolari che hanno la necessità di eliminare i prodotti della loro secrezione.

La curva del sonno è incompatibile invero con una teoria tossica ma non con una teoria secretoria. La curva del sonno è perfettamente analoga a quella d'una glandola che elimini i suoi prodotti di secrezione. La sua curva è singolarmente identica, come dimostrerò nel mio prossimo lavoro, a quella della secrezione gastrica, alla curva della minzione.

Le teorie chimiche, affermano Claparède e Gemelli, non danno ragione dell'azione trofica e riparatrice del sonno. Ora tale affermazione non può in alcun modo accettarsi perchè essa urterebbe contro i principî fondamentali della biologia. Come potrebbesi comprendere un fenomeno di nutrizione, di riparazione delle cellule nervose, quale è il sonno, senza una energia chimica ? Non è questa la base di tutti i processi di nutrizione, d'assimilazione del nostro organismo ? L'assimilazione delle cellule nervose che s'invoca appunto da Claparède, Verworn, per spiegare la loro inibizione, non è che un fenomeno chimico e la ragione ce la da il Giglio-Tos (1) quando egli scrive che « les phénomènes physiques quels qu'ils soient, ne sont pas suffisants a eux seuls pour expliquer l'assimilation ».

Io confesso, mi sentirei seriamente imbarazzato a spiegare l'azione trofica e riparatrice del sonno, se non dovessi ricorrere ad una teoria chimico-fisica, e non credo azzardata l'affermazione che una teoria razionale del sonno, se questi è un fenomeno di nutrizione per gli elementi nervosi, o sarà bio-chimica o non avrà ragione di essere.

Il concetto infatti da me sostenuto che il sonno sia regolato da un organo a secrezione interna, spiegherebbe chiaramente gli effetti nutritizi del sonno, quando si ricordino i potenti effetti che hanno sul ricambio organico le secrezioni interne e particolarmente quella dell'Ipofisi sui centri nervosi. Noi siamo quindi sinceramente convinti che la teoria secretoria del sonno non debba sentirsi affatto offesa da tutte quelle obbiezioni che il Claparède e Gemelli rivolgono alle teorie chimiche. Essa trovasi anzi nella condizione più favorevole d'ogni altra teoria, di rendere cioè ragione dell'elemento psichico nel sonno, pur godendo di tutti i vantaggi che presentano le teorie chimiche. E qui desidero citare le parole colle quali lo stesso Claparède riconosce il merito alle teorie chimiche:

---

(1) E. Giglio-Tos. — Les problèmes de la vie. 1900.

> « Les théories chimiques, quelles qu'elles soient, ont d'incontestables avantages; tout d'abord, ainsi que nous l'avons dit, elles sont des théories complètes, rationelles, qui rendent compte de l'évolution cyclique de la vieille et du sommeil en rattachant l'une de ces phases à l'autre, en placant dans la vieille la cause même du sommeil, en faisant de l'état de sommeil la condition du retour de la vieille. Ensuite elles paraissent conformes à l'observation vulgaire qui fait dépendre le besoin de dormir de la fatigue, et qui nous montre l'organisme restauré après une nuit de sommeil. C'est pour cela sans doute, que, à défaut de mieux, ces théories sont facilement admises par la plupart des physiologistes et des médecins ».

Anche se le teorie chimiche non avessero altri vantaggi, io soggiungo, bisognerebbe riconoscerne l'importanza in quanto esse prendono nella debita considerazione l'elemento « *intossicazione* » nel sonno. Ora se è perfettamente vero che non vi ha sempre parallelismo tra la stanchezza ed il sonno, se è pure evidente che l'intossicazione non è sufficiente di per sè a spiegarci il meccanismo del sonno, non è men vero, che questo elemento costituisce la condizione etiologica fondamentale della funzione ipnica. *Le sommeil precède l'epuisement*, scrive ottimamente il Claparède, ma non è altrettanto giusta affermazione che « *noi dormiamo non già perchè siamo intossicati ma per non intossicarci* » e che « *il sonno precede di norma l'intossicazione* » (Claparède.

Gemelli). Quando noi alla sera ci addormentiamo potremo non sentirci stanchi, perchè la stanchezza è una sensazione di allarme di avvertimento che l'intossicazione ha raggiunto un certo limite al di là del quale si cadrebbe nell'esaurimento, ma non potremmo dire di non essere intossicati. La veglia implica un'intossicazione continua del nostro organismo. *Vivre, c'est se fatiguer,* scrisse giustamente Nayrac. Ogni atto volontario, scrive il Mosso, è l'effetto d'una combustione interna, la quale insieme ai residui delle sostanze che si distruggono lasciano come una fuliggin ed un lungo strascico nell'organismo. La veglia importa un attivo ricambio organico quindi l'eliminazione continua di prodotti di rifiuto, tossici che provocano un'intossicazione, un'usura dei nostri tessuti, la quale sarà appunto in ragione diretta della veglia. Il sonno quindi è ordinariamente preceduto da un'intossicazione, e se questa intossicazione fosse minore il nostro sonno sarebbe più lieve Lo Stassano (*Comp. R. Biologie 1884*) dimostrò infatti che favorendo negli uccelli l'esalazione di acido carbonico, si ritarda circa di 4 ore l'ora del sonno. Il sonno è più lieve negli erbivori che nei carnivori, perchè la loro intossicazione è minore. La stanchezza, è noto, costituisce uno stimolo eccellente per provocare il sonno. Se noi invece di coricarci ogni 12 ore restassimo svegli 24 o 36 ore saremmo più stanchi ed il sonno sarebbe molto più lungo e profondo. Sono stati descritti dei sonni prolungatissimi di 2-3 giorni dopo forti affaticamenti (balli, ecc.).

Nè è sempre un giusto criterio affermare la quantità di sonno dalla sua lunghezza. Io sono convinto che dorme maggiormente un contadino nelle sue 5 o 6 ore di sonno profondo, di molti individui, ad esempio i nevrastenici, che dormono la notte e gran parte del mattino d'un sonno lievissimo turbato da sogni. Ad alcuni giovani d'un istituto militare, i quali per ragione di servizio, furono obbligati per un lungo periodo, di dormire solo 4 o 5 ore invece delle 7 o 8 abituali, io richiesi se avessero risentito di quella mancanza di sonno ed essi mi risposero negativamente, notando però che durante quelle 4 ore, il sonno era molto più profondo; essi infatti russavano. L'intensità del sonno deve giudicarsi non solo dalla sua durata ma anche dalla sua profondità. Noi non potremmo escludere che ad esempio i cavalli, i quali, malgrado il loro attivissimo ricambio materiale, riposano solo poche ore, non dormano d'un sonno più profondo, più riparatore, in paragone di altri animali ad esempio del cane, il quale dorme continuamente appena è lasciato tranquillo d'un sonno lievissimo tanto che si sveglia al più piccolo rumore. La profondità del sonno, che esprime appunto l'energia della funzione ipnica, è di regola in diretta proporzione colla durata della veglia e coll'intossicazione che ne consegue.

È spesso l'intossicazione l'unica causa di narcolessie e della continua sonnolenza degli obesi, dei mixoedematosi o dei pazienti affetti da autointossicazioni intestinali, uremiche, epatiche, ecc.

L'importanza quindi dell'elemento « *intossicazione* » nel sonno è innegabile e la sua influenza non potrà mai intendersi se non con una teoria chimica. Ora la teoria secretoria da me avanzata, tiene giustamente conto di questo elemento importantissimo, al pari di quello psichico. Io sostengo infatti che l'elaborazione del secreto glandolare che poi provocherà il sonno, si abbia in modo continuo nella veglia e sia determinata appunto dai prodotti tossici del nostro ricambio materiale.

La teoria secretoria quindi pur essendo una teoria bio-chimica risponderebbe ai principî biologici d'una teoria razionale del sonno. Il Claparède, autore d'un interessantissimo lavoro sull'argomento, concludeva: « *le sommeil n'est pas un état purement négatif, passif, il n'est pas la consequence d'un simple arrêt de fonctionnement, il est une fonction positive un acte d'ordre reflexe* ....

E qui la teoria secretoria si accorderebbe pienamente con la teoria biologica del Claparède, poichè quando io sostengo che l'origine del sonno è dovuta ad una secrezione interna, ammetto che il sonno sia il resultato d'una funzione positiva, d'un atto riflesso quale è appunto la secrezione d'un organo glandolare. Il Gemelli però, con grande mia sorpresa, si oppone anche a questo fatto d'innegabile evidenza e scrive che io colla mia tesi faccio del sonno *una funzione negativa*! Ora se ben comprendo il pensiero del Gemelli da questa sua strana espressione, poichè io non riuscirei mai a concepire una funzione come negativa, io credo che egli si opponga alla mia tesi perchè questa fa del sonno uno stato negativo dei centri psichici.

Ma intendiamoci pur una volta su questo punto fondamentale del nostro studio. Il sonno deve considerarsi il resultato di una funzione psichica, d'un atto positivo del cervello come sostenne il Cabanis?

È ben naturale che il Gemelli, il quale ritiene con Claparède che il sonno è un istinto, si opponga alla tesi da me avanzata che esso appartenga invece alle funzioni secretorie o vegetative. Ma io mi domando: « *Il sonno è veramente un istinto, una funzione psichica?* Il quesito va posto, quando si consideri che questo concetto viene sostenuto contemporaneamente da tre distintissimi autori, da Claparède, da Brunelli *(Monitore Zoologico italiano, 1906)* da Gorter (de Leyde).

Se per istinto deve intendersi un sentimento interno, una disposizione dell'animo, indipendente dalla riflessione, che dirige gli animali nella loro condotta, se l'istinto è una operazione mentale che ha per scopo dei movimenti adattati coordinati ad un fine determinato, se esso è l'intelligenza fissata dall'eredità (Vogt), se l'istinto esprime sempre un'attività mentale sebbene sia il resultato d'un perfetto automatismo incosciente (Ribot), il sonno, io sostengo, non può in alcun modo considerarsi come un istinto Se vi ha infatti un fenomeno che rappresenti lo stato di perfetto riposo, di inattività delle funzioni psichiche, questi è certamente il sonno. L'uomo addormentato vien giustamente paragonato all'animale a cui vengono tolti gli emisferi cerebrali, per cui egli è incapace di qualsiasi atto psichico cosciente od incosciente. Il sonno, come scrisse con felicissima espressione il Claparède, costituisce *une sorte de suicide psychologique*, però non si dimentichi che in questo caso lo stato di sonno non rappresenta il sentimento che guida l'individuo a por fine ai propri giorni, ma bensì la morte, la perdita assoluta d'ogni attività vitale. Il sonno può dirsi tale, mi si potrebbe invero obbiettare, malgrado la persistenza dell'attività dei centri psichici subcoscienti; i nostri sogni non sono privi talvolta d'intelligenza; il sonno parziale non implica la perdita completa dell'attenzione. Però debbesi anche notare che il sonno parziale, il sonno turbato da sogni non rappresentano il sonno nella sua forma completa. Il sonno parziale è di solito un sonno lieve, i sogni rivelano sempre uno stato d'ipereccitabilità dei centri nervosi. Noi dobbiamo invece considerare il sonno nella sua espressione più completa, essenzialmente fisiologica. Ora lo stato di sonno completo, manca di tutte le proprietà caratteristiche dell'atto istintivo ad esempio l'elasticità, la plasticità, la dipendenza dalla legge dell'interesse momentaneo. Chi dorme profondamente può essere derubato, ferito, senza che egli possa reagire o difendersi dal pericolo che lo sovrasta.

Un carattere distintivo dell'istinto da opporsi al riflesso è la mentalità, scrive il Romanes, ed il sonno esprime appunto il riposo di questa mentalità. Il bisogno del sonno, e qui intendo il bisogno reale di sonno dovuto ad una veglia alquanto prolungata, s'impone non di rado alla nostra volontà, al nostro interesse. Il sonno, così si esprime il Pieron, c'invade brutalmente con tutti i caratteri di un riflesso La sentinella ad esempio che in tempo di guerra, vinta dalla stanchezza cede al suo sonno imperioso perfettamente fisiologico e riparatore contro la sua volontà, contro il suo interesse pur prevedendo la più aspra punizione, forse la morte, obbedisce forse alle leggi dell'istinto? Il sonno ha poi la particolarità più caratteristica dell'atto riflesso, quella di essere la risposta ad uno stimolo specifico, *il senso di sonno*, sensazione perfettamente analoga all'appetito, al senso della fame tanto che dal Lasègue vien chiamata *l'appetit du sommeil*. È questa sensazione specifica che noi provochiamo con diversi stimoli psichici suggestivi quando desideriamo addormentarci È il senso di sonno quello che determina, quando è molto intenso, *il bisogno reale di dormire* un vero bisogno organico che presenta tanti punti di analogia con quello della fame, della minzione, col bisogno sessuale.

Ora il concetto che il sonno sia una funzione psichica, un istinto, non chiarisce affatto il senso di sonno, nè sarebbe mai in grado di spiegarci la ragione per cui il bisogno di sonno sia talvolta così imperioso da farci dormire contro il nostro interesse, contro l'istinto stesso di conservazione.

Pure ammettendo che il sonno non debba considerarsi come un istinto, noi non potremmo pertanto negare che esso non sia preceduto da atti psichici. da atti istintivi. È certamente istintivo il desiderio di addormentarci, prima che il bisogno reale di sonno ci obblighi a dormire nelle condizioni più sfavorevoli; è istintivo pure l'atto di addormentarsi (*endormissement* , atto globale che monopolizza l'attività del nostro organismo nel suo insieme; questi è appunto un atto che ha la plasticità caratteristica dell'istinto ed obbedisce alle leggi dell'interesse momentaneo. Colui infatti che sta per addormentarsi, se si avvede che il suo sonno lo esporrebbe a qualche pericolo, ritarda il momento di addormentarsi; se l'animale nelle medesime condizioni vede un nemico, fugge. Sono pure atti istintivi, la ricerca del giaciglio, la scelta dei luoghi dove gli animali dormono, la nozione del tempo che regola l'ora del sonno. Chi si addormenta, assume istintivamente la posizione più adatta, si rende immobile, gli animali nascondono il muso nella loro pelliccia, ecc. Solo per un fatto istintivo, gli animali ibernanti costruiscono i loro recessi in luoghi oscuri, privi di aria e di luce, e vi si rinchiudono per dormire i loro lunghi sonni.

Non vi ha dubbio quindi che il sonno sia preceduto da atti istintivi. ma non è questa certamente una ragione per ritenere il sonno un istinto, una funzione psichica. Ragionando altrimenti, noi dovremo allora chiamare una funzione psichica la secrezione gastrica perchè essa è preceduta da atti sicuramente istintivi, quali il desiderio di alimentarsi, la ricerca del cibo, l'atto del mangiare ecc. Accettando, ripeto, che il sonno sia una funzione psichica noi verremmo a negare che lo stato di sonno esprima il reale riposo dei nostri centri nervosi, noi rinunzieremmo a chiarire l'influenza dell' intossicazione nel sonno fisiologico come in quello morboso.

La questione se il sonno debba o no definirsi un istinto non sarebbe per sè tanto importante se non fosse intimamente connessa alla risoluzione di altro quesito ben più essenziale per il nostro studio: *la funzione ipnica, deve classificarsi tra le funzioni organiche vegetative o fra quelle psichiche?*

Astraendo anche da tutte quelle considerazioni che abbiamo poc'anzi esposto in opposizione ad una teoria psichica o istintiva, solo due fatti basterebbero, io credo, a farci ritenere che il sonno sia una funzione organica o vegetativa:

1.o — *l'azione sua riparatrice trofica* sui centri nervosi, la quale, può solo esplicarsi con una teoria chimica.

2.o — *il bisogno di sonno,* che è perfettamente analogo al bisogno di altre funzioni organiche.

Somnus labor visceribus .... dettava il padre della medicina ed era certamente nel vero. Il sonno aumenta infatti in tutte quelle condizioni in cui prevale la vita vegetativa su quella psichica. Dormono moltissimo i bambini, ed in questi dominano normalmente le funzioni nutritizie. Il sonno è scarso nell'età senile dove tutti gli organi della vita vegetativa sono depressi nella loro attività. La sonnolenza è caratteristica nella gravidanza dove si ha un risveglio della vita vegetativa ed un riposo relativo di quella psichica. I pletorici, i quali hanno di regola un ricambio materiale attivissimo, sono generalmente forti mangiatori come hanno il sonno profondo. La sonnolenza è comune nell'obesità che rivela sempre uno stato di ipernutrizione. Gli idioti, molti dementi che hanno completamente perduto la loro attività psichica sono spesso voraci e dormono lungamente.

Noi osserviamo d'altra parte il sonno scarso e breve in quelle persone che esercitano continuamente la loro intelligenza. Basti citare l'Humboldt che dormiva dalle 2 alle 4 ore e visse sempre lavorando fino a 89 anni. Napoleone dormiva pochissimo, e così Kant, Goethe, Chatterton, Schiller. Noi solo comprenderemo questo fatto apparentemente paradossale ricordando che la soverchia attività psichica rallenta di regola tutte le funzioni vegetative. Chi lavora molto col cervello generalmente ha scarse le funzioni digestive, sessuali e così il sonno.

Tutti questi fatti rimarrebbero invece inesplicabili se il sonno dovesse ascriversi tra le funzioni psichiche, e non fra quelle di nutrizione. Se il concetto ippocratico non ha prevalso fino ai nostri giorni, si deve, io credo, alla difficoltà di trovare un organo della vita vegetativa che rendesse giustamente conto dell'elemento psichico nel sonno. Ora io spero di aver colmato questa lacuna, avanzando l'ipotesi che il sonno sia essenzialmente dovuto ad una secrezione interna. Sono infatti *le secrezioni* le sole funzioni organiche che oltre la caratteristica proprietà di reagire in modo elettivo alle intossicazioni del nostro ricambio, hanno il singolare previlegio di essere regolate in modo efficacissimo dagli stimoli psichici. Il concetto stesso che il sonno sia preceduto da atti istintivi e che il desiderio di dormire sia in noi fortemente istintivo, non costituisce affatto un'obbiezione alla nostra tesi, ma fornisce anzi un argomento in più a favore della teoria secretoria del sonno; a tutti è noto infatti come la disposizione generale che provoca i nostri più potenti istinti sia generalmente data dallo stato di turgidezza di alcune glandole; così il desiderio istintivo di mangiare è favorito dallo stato di ripienezza delle glandole gastriche, l'istinto sessuale dalle stesse modificazioni nell'apparato sessuale. Ora il fatto che il desiderio di dormire per la sua importanza e per la sua intensità è da paragonarsi a quello alimentare a quello sessuale, suggerisce quasi la ipotesi che la disposizione speciale che provoca il desiderio istintivo di dormire consista nello stato di turgidezza d'una glandola che abbia la necessità di espellere il prodotto della sua secrezione. Certamente se il desiderio di dormire non avesse la sua origine in una funzione vegetativa, l'animale non rinunzierebbe così facilmente alla sua attività, al suo lavoro, restandosene neghittoso la terza parte della vita!

Io spero di dimostrare con altra mia prossima pubblicazione come l'intero meccanismo del sonno possa perfettamente chiarirsi con una teoria secretoria, la quale secondo il mio convincimento, è la sola teoria che tenga giustamente conto dell'elemento psichico, di quello tossico e permetta di considerare il sonno come un fenomeno di nutrizione dei nostri centri nervosi. L'intossicazione, secondo il mio concetto, è il *primum movens* della funzione ipnica. Sono infatti i prodotti tossici, di rifiuto del nostro ricambio organico, quelli che provocherebbero in modo continuo nella veglia l'elaborazione della secrezione che presiede al sonno; devesi appunto all'accumularsi di quei prodotti secretori, quella specifica sensazione cenestetica analoga alla fame, all'appettito sessuale che dicesi il senso di sonno *l'appetit du sommeil* sensazione che quando è molto intensa caratterizza il *bisogno di sonno.*

Questi prodotti secrezione determinerebbero appunto il sonno in quanto che essi aumentando l'attività nutritizia delle cellule nervose, ostacolerebbero l'atto catabolico, l'atto cioè psichico.

⁂

La teoria secretoria chiarisce pure perfettamente la natura del *sonno ibernante.* Anzi lo studio del sonno ibernante, che il Gemelli invoca contro la mia ipotesi, costituisce, come ora vedremo, la migliore conferma della teoria secretoria del sonno.

Il letargo invernale senza alcun dubbio deve considerarsi come un sonno fisiologico. Esso è preceduto dai medesimi atti istintivi che noi osservammo nel sonno quotidiano, ad esempio la ricerca del giaciglio, dei luoghi oscuri, solitari, l'immobilità, ecc. Il letargo ha al suo inizio tutti i caratteri del sonno quotidiano; raramente gli animali cedono direttamente al loro sonno invernale, ma questi è preceduto da sonni più brevi a facile risveglio. Il letargo dopo aver raggiunto la massima sua profondità verso il Gennaio, decresce in modo lento e graduale fino al Marzo e all'Aprile, assumendo nuovamente i caratteri del sonno ordinario, quindi il facile risveglio agli stimoli più comuni. La curva del letargo quindi, se si eccettua la sua maggior durata e profondità, è perfettamente simile a quella del sonno quotidiano. Che il letargo degli animali ibernanti costituisca al pari di quest'ultimo un fenomeno essenzialmente fisiologico e riparatore, ne abbiamo la più evidente prova, leggendo le cifre riportate dal Dubois, che segnano il peso dei diversi visceri alla fine del sonno, cifre che denotano nel maggior numero di essi un lieve aumento di peso.

È caratteristico poi il fatto che la rapida perdita del peso totale degli animali, che si osserva al principio del letargo (perdita che, se si mantenesse costante, porterebbe rapidamente l'animale alla morte) si arresta appena il letargo si fà molto profondo.

Quali sono le cause del sonno ibernante?

Per molti autori il letargo è dovuto al freddo, per altri alla mancanza di nutrimento. Il Dubois lo spiega per un intossicazione di ossido carbonico. Burdach, Foucault, Forel ammisero come causa l'obesità. Claparède, Brunelli, sostengono la teoria istintiva del letargo invernale. Ma ben si comprende che nessuna di queste teorie, sebbene tutte presentino un lato di vero, è capace di chiarire il meccanismo di quel lungo sonno. Il freddo, l'inanizione, un intossicazione, l'ipertrofia adiposa non saranno mai in grado di spiegarci lo stato di profondo torpore, la sopravvivenza degli animali dopo 6 - 8 mesi di completa inanizione.

I fenomeni letargici, scrive Cuvier, saranno solo spiegati tenendo conto degli organi interni. La Professoressa R. Monti, a conclusione di moltissime esperienze sulle marmotte, sostenne che nel letargo dormono tutte le cellule dei più diversi tessuti. Io dubito fortemente di questa conclusione rispetto ad un organo sul quale molti ed autorevoli scrittori hanno portato la loro osservazione, la *glandola ibernante*. Quest'organo che il Valentin considerò come il viscere più rimarchevole degli animali ibernanti, è situato nella regione toracica, in stretta contiguità col timo; esso si accresce gradatamente nell'estate, diventa grossissimo nell'autunno fino ad estendersi lungo la colonna vertebrale, alle ascelle, raggiunge il massimo suo sviluppo al principio del letargo. La glandola durante il sonno non solo consuma tutto il suo adipe, ma si distrugge quasi completamente tanto che al risveglio è ridotta ad un semplice tessuto fibroso. Ora a tutti colpirà il fatto che nel letargo, mentre la quasi totalità degli organi in nulla perde del suo peso o si limita a consumare il proprio adipe, questa glandola distrugge completamente il suo parenchima di modo che alla primavera non se ne trovano quasi più traccie.

Il Valentin notò che la sua struttura ricordava in sommo grado quella delle glandole sanguigne e potè constatare nei suoi lembi numerosi granuli distinti dall'adipe. L'Ecker confermò la presenza di granuli e notò che mentre la glandola nell'estate è costituita da grasso, nel letargo invece è molto vascolarizzata, coll'aspetto d'un tessuto adenoide, ricca di sostanze proteiche e con nuclei molto ricchi di cromatina. L'Afanassiew (1877) a conferma delle ricerche di Ecker dimostrò la presenza di cellule grandi poligonali con protoplasma granulare, di cellule eosinofili e potè pure constatare la presenza di emoglobina. Egli anzi rilevò l'importanza di questa sostanza per spiegare la combustione dei grassi, che non si potrebbe altrimenti effettuare, data la diminuzione dell'energia respiratoria ed il diminuito potere ossidativo del sangue durante il letargo.

Interessantissimi sono gli studi del Malesani (Lonigo 1902) il quale esaminò la glandola nei conigli, nelle marmotte, nei ricci, nei pipistrelli, nei sorci, e vide che mentre la glandola negli animali non ibernanti, ad esempio nel coniglio, è costituita solo da adipe, negli ibernanti invece ha l'aspetto macroscopico e microscopico d'una vera glandola a grappolo, lobulare, analoga alla tiroide, perdendone poi l'aspetto caratteristico alla fine del letargo (nel marzo). Il Malesani concluse che quest'organo sia importantissimo nello studio del sonno ibernante, durante il quale esso varrebbe a mantenere in vita l'animale.

Alcuni fatti parlerebbero infine per la specifica attività funzionale della glandola durante il letargo. Il Valentin già osservava che durante il sonno invernale vi è un momento in cui tutti gli altri organi perdono completamente il loro adipe ad eccezione della glandola ibernante, la quale, sebbene sia l'organo più ricco di adipe, conserva quasi inalterato il proprio peso. Questa preziosa osservazione, che rivela la sua capacità di mantenere pressochè costante la somma dell'energie necessarie al suo funzionamento, costituisce la migliore dimostrazione che la glandola ibernante durante il letargo non solo è un organo che attivamente funziona, ma rappresenta anche l'organo più vitale, più importante rispetto agli altri tessuti.

A dimostrare però la sua specifica attività funzionale durante il letargo bastano le importanti ricerche di Carlier. *(Journal of anatomy and physiology, 1893, 1903-1904)* Egli, studiando la glandola ibernante del riccio durante il letargo, osservò che il protoplasma si risolve in granulazioni, dalle quali deriva un materiale coagulabile omogeneo colloideo (celloid looking) che si diffonde tra le cellule; sembra, aggiunge l'autore, che l'intero protoplasma si converta in questo materiale che viene portato via dalla corrente linfatica per servire probabilmente alla nutrizione del corpo. Quest'osservazione si concilia con quella di altri autori che la glandola ibernante durante il letargo è ricca di una sostanza collagena che si converte in gelatina coll'ebollizione, di quella stessa sostanza che il Serbelloni (atti accad. medico-fisico statist. di Milano 1886) trovò abbondantissima nel sangue e nei muscoli delle marmotte durante il letargo, mentre manca del tutto negli animali non ibernanti (coniglio).

Il Carlier osservò pure nella glandola ibernante del riccio, durante il letargo, i segni più manifesti d'una notevole attività nucleare, dei fatti di cariocinesi che non venivano notati invece nel risveglio dove la glandola appariva ridotta ad un reticolo di vasi sanguigni, colla disparizione di ogni struttura cellulare. Queste modificazioni protoplasmatiche, nucleari, conclude il Carlier, rivelano in quest'organo durante il sonno, una metamorfosi di materiale nutritivi.

Per tutte queste importantissime ricerche, è logica la conclusione che quest'organo, che presenta tutti i caratteri delle glandole a secrezioni interne, la cui struttura è analoga a quella della tiroide (Ehrmann, Malesani) delle capsule surrenali (Engel) non riposi, non dorma durante il letargo come tutti gli altri tessuti, ma sia sede d'un attivissimo ricambio organico e la sua funzione sia strettamente legata alla nutrizione dell'animale nello stato letargico. La sua importanza nel sonno ibernante è evidente non solo per la considerazione che il sonno s'inizia quando la glandola ha raggiunto il massimo suo sviluppo, ma anche per il fatto che il letargo lentamente diminuisce coll'esaurirsi della sua attività funzionale e cessa del tutto quando la glandola ha perso completamente la sua struttura cellulare. Non a caso io dunque prima sostenevo che la migliore conferma della teoria secretoria del sonno l'avevamo nello studio del sonno ibernante. Questo studio ci rivela infatti le intime relazioni del sonno colla funzione di un organo a secrezione interna, questo studio ci addita quasi la natura ed il meccanismo del sonno quotidiano. *Il sonno quotidiano al pari del sonno ibernante*, secondo il mio convincimento, *non potrà comprendersi che come un fenomeno di nutrizione, strettamente legato alla funzione d'una glandola a secrezione interna.*

E qui, per non troppo dilurgarmi, taccio sullo studio interessantissimo dello stato di ninfa, e sulle sue intime relazioni colla funzione del corpo adiposo (Berlese) organo a secrezione interna, il quale, durante quello stato perfettamente analogo al sonno, presiede in modo mirabile alla nutrizione, alla riproduzione dei vari tessuti.

Lo scopo principale del mio prossimo lavoro sarà appunto quello di dimostrare la intima analogia del sonno con tutte le secrezioni, la singolare frequenza con cui i disturbi del sonno si associano alle malattie delle glandole a secrezione interna.

A me premeva solo ora di dimostrare che il sonno trova la sua più chiara esplicazione nello studio delle glandole a secrezione interna e che una teoria secretoria, pur essendo una teoria chimica, è perfettamente in grado di chiarire tutti i fatti tossici, psichici e nutritizi che caratterizzano il sonno.

⁂

Il Dott. Gemelli oltre all'obbiezione d'indole generale riguardo alla teoria bio-chimica del sonno da me sostenuta, muove alcune particolari obbiezioni all'ipotesi che la glandola Pituitaria presieda al nostro sonno quotidiano. Egli osserva:

« 1) che la sonnolenza osservata nei casi di tumori « dell'Ipofisi o di processi infiammatori o congestizi dell'ipofisi è con ogni probabilità dovuta al fatto che tumori a « diversa localizzazione cerebrale danno tutti, quali più,

« quali meno, una sonnolenza, come lo dimostrano le ricerche « recenti di Voulfowitch. D'altra parte in questi casi « non si ha un vero sonno, ma una sonnolenza. Il sonno « è, come ho detto, costituito da un complesso di atti che « qui mancano. »

Con quest'obbiezione il Gemelli insinua il dubbio che il sonno provocato dai tumori dell'Ipofisi sia una semplice sonnolenza, uno stato di torpore psichico non caratterizzato cioè da quelle proprietà che distinguono il sonno. Certamente io non potrei con piena sicurezza definire, nei casi da me citati, il significato che gli autori attribuirono alla parola « sonnolenza » Posso pertanto assicurare il chiarissimo Collega, che fu sempre una delle mie cure più scrupolose di ben osservare se quei casi presentavano realmente un aumento del sonno. In alcuni tumori dell'Ipofisi ad esempio, io trovai citata la « sonnolenza » malgrado che i pazienti non potessero dormire, quasi che la sonnolenza fosse l'espressione appunto del bisogno di sonno non soddisfatto. Tale era il caso Blair che potè solo dormire con una forte dose di sostanza pituitaria. Considerevolissimo pertanto è il numero dei casi di vera ipersonnia per i tumori ipofisari. Alcuni autori, ad es. il Soca, il Righetti, il Franceschi, i quali descrissero dei casi in cui l'ipofisi era sede d'una profonda alterazione o era compressa da una neoplasia, tennero bene ad avvertire che la sonnolenza da loro osservata non era un semplice sopore ma un reale aumento del sonno fisiologico. Lo distinse prima d'ogni altro il Soca, che descrisse quel caratteristico caso, d'un paziente che dormì 7 mesi per un sarcoma dell'Ipofisi, e questa letargia presentava tutti i segni del sonno ordinario (efficacia del risveglio, ecc.).

Non costituivano certamente un semplice torpore gli attacchi di narcolessia descritti da Burr-Riesmann in un caso di sarcoma della base che comprimeva l'Ipofisi. Il Leclerc nel suo caso di epitelioma della stessa glandola, notò che uno dei sintomi iniziali fu un sonno insolito di 12 ore, che aveva tutti i caratteri del sonno fisiologico. Il povero Ghirlenzoni affetto da acromegalia e tumore ipofisario (1) cadeva dopo i pasti in un sonno talmente profondo ed irresistibile che i suoi conoscenti credettero più volte che egli avesse preso dei narcotici. La stessa supposizione fecero i medici nel caso Brooks che dimostrò poi all'autopsia l'ipertrofia del lobo anteriore dell'Ipofisi.

Il caso Packard di acromegalia con sarcoma della stessa glandola ebbe tre attacchi di sonno lunghissimi, il primo dei quali durò *tre settimane*!

L'ipersonnia nel caso Waddel non era tanto rivelata dallo stato continuo di profonda sonnolenza quanto da parossismi di sonno della durata di circa 36 ore (Lancet 1893. I) ed in questo caso l'ipofisi era ipertrofica e molto vascolarizzata.

Il caso Whyte *(Lancet 1893 I)* di acromegalia coi sintomi d'una lesione encefalica, aveva facilissimo il sonno, *can go to sleep at any time day or nigth*, malgrado la notevole eccitabilità nervosa.

Nel caso Mensinger (Thèse de Kiel 1897) si aveva una sonnolenza tale che il paziente si addormentava parlando, mangiando; poi apparvero i disturbi di vista, l'ingrandimento dell'ipofisi.

La somnolence etait irresistible nel caso di acromegalia descritto recentemente dal Cange (Archives gener de medicine 1907) insieme ai segni caratteristici del tumore della ipofisi.

Il caso Lokeland Marlow (2) dormiva di continuo, si addormentava perfino nell'interrogazione del medico, e presentava l'adiposi, l'emianopsia poi la cecità senza stasi del fondo oculare, la cefalea, sintomi che rivelavano evidentemente il tumore della g. Pituitaria. Non sono forse questi, casi di vera ipersonnia da distinguersi dal semplice stato di torpore psichico a cui il Gemelli rifiuta il nome di sonno?

Ed anche ammettendo che questo torpore mentale, questa sonnolenza che trovasi più o meno nei tumori cerebrali a sede differente, sia in realtà un sonno leggerissimo, potremmo noi escludere che esista un determinato centro del sonno? Supponiamo infatti come dimostrato che una glandola a secrezione interna, ad esempio l'ipofisi, presieda al sonno quotidiano: ora per comprendere il meccanismo di questa interessantissima funzione noi dovremmo ammettere che questa secrezione determini il sonno in quanto aumenti l'attività vegetativa della cellula nervosa a discapito di quella di relazione, e che la sua influenza sia particolarmente favorita dalla depressione dei centri psichici, dalla depressione in specie di quei centri che presiedono all'attenzione volontaria, all'interesse per la situazione presente. È l'energia di questi centri ciò che, secondo il mio convincimento, inibisce l'atto riflesso ipnico. Se i nostri centri pisichici fossero eccessivamente depressi nelle loro attività, io son persuaso che noi dormiremmo giorno e notte d'un sonno continuo e lievissimo. I vecchi, ad esempio, per la depressione dei loro centri psichici, in ispecie per la perdita dell'attenzione, stanno continuamente assopiti e dormono in realtà, però il loro sonno è tanto lieve che è interrotto ad ogni momento dai più lievi rumori; essi si lamentano anzi di non poter dormire in modo soddisfacente. I vecchi quindi hanno più un'*incontinenza di sonno* che un'ipersonnia, nella stessa guisa che presentano spesso l'incontinenza della minzione malgrado che non possano dirsi poliurici; a tutti è noto infatti come il sonno nell'età senile sia scarso rispetto a quello degli adulti. Per lo stesso meccanismo altri cadono nel sonno per l'anemia del loro cervello ad esempio per quella secondaria ad una forte emorragia, o alla congestione dei visceri addominali quale si ha di regola nella digestione ecc.. Sono stati descritti molti casi di narcolessia, che io mi guarderei bene di chiamare casi di ipersonnia, caratterizzati solo dall'esser colpiti per lievi emozioni da frequentissimi attacchi di sonno, della durata di 2 - 3 secondi. L'emozione in questi casi determinava una rapida depressione dell'attività psichica per cui i pazienti talvolta cadevano in terra, e quindi ben si comprende la pronta perdita dell'influenza inibitrice dei centri psichici sul riflesso ipnico.

---

(1) Brigidi — *Acc. medico fis. fiorent.* 1877.

(2) Per la citazione di questi casi vedi la ricca bibliografia della mia pubblicazione.

Ora supponiamo che una neoplasia cerebrale qualsiasi, sia per la sua notevole grandezza, sia per la compressione dei ventricoli, determini al pari d'un'idrocefalia una continua depressione mentale, noi osserveremo allora quello stato continuo di sonnolenza e di incontinenza di sonno, senza aversi affatto un reale aumento del sonno. È noto infatti come i tumori del lobo frontale sieno ordinariamente accompagnati da sonnolenza. Il sintoma è citato appunto da Albutt e Ferrier nel loro ottimo trattato tra i sintomi più caratteristici di quelle neoplasie. Ora se si consideri che quelle circonvoluzioni rappresentano certamente uno dei centri psichici più importanti e che le loro lesioni si accompagnano generalmente alla perdita dell'attenzione, dell'interesse per la situazione presente, non ci dovremo affatto sorprendere che queste neoplasie presentino la sonnolenza continua senza aversi però una vera ipersonnia. L'Albutt ed il Ferrier infatti che citarono dei casi caratteristici di tumore dei lobi frontali, parlano solo di *tendenza al sonno*. Se quindi la distinzione tra questo stato di sonnolenza e la vera ipersonnia s'impone, io credo che essa sia singolarmente favorevole al concetto d'un centro del sonno nella base cerebrale e con tutta verosimiglianza nell'Ipofisi, poichè ben raramente è facile osservare tanti casi di vera ipersonnia nei tumori cerebrali di altra sede, quanti ne potemmo citare noi per quelli ipofisari. Tanto è vero che la stessa Voulfovitch (1) (che cita pure il Gemelli nella sua nota critica) sebbene riporti sei soli casi di tumori dell'Ipofisi e sebbene riconosca che il sonno patologico possa essere provocato da tumori risiedenti in differenti parti del cervello, scrive che *certains faits plaident en faveur de l'irritation d'un centre hypothetique du sommeil* e più tardi osserva che « *les tumeurs siégéant au voisinage de la base du cerveau provoquent le sommeil plus fréquemment que celles localisées dans le autres régions cérébrales* ».

Nè molto dissimili e particolarmente favorevoli alla mia tesi sono le conclusioni del D. I. Hercouèt in una

---

Voulfovitch – Pathogénie du sommeil. Thése. Paris 1905 interessante tesi (Le sommeil dans les tumeurs cérébrales 1905 Paris). L'autore riconosce anch'egli che la sonnolenza è un sintoma frequente nelle neoplasie cerebrali e che si manifesta con predominanza nei sarcomi e nei tumori che risiedono presso la base cerebrale; pertanto egli si domanda in fine della sua pubblicazione: « *Ne faudrait-il rechercher* « *la cause provocatrice du sommeil dans l'existence d'un* « *centre du sommeil siégeant dans la regione hypohysaire?* Non a caso certamente l'Hercouèt si poneva questo quesito all'insaputa del mio studio sulle relazioni tra l'Ipofisi ed il sonno.

Con queste brevi considerazioni io spero di aver dimostrato che la frequenza d'una continua e lievissima sonnolenza nei tumori cerebrali a sede diversa, non costituisce un'obbiezione al concetto che esista un determinato centro del sonno e nell'ipofisi in specie. I casi di ipersonnia per le lesioni di questa glandola sono troppo numerosi per non richiamarvi tutta la nostra attenzione.

Io non pretenderei pertanto che l'aumento del sonno sia un sintoma esclusivo dell'ipertrofie ipofisarie. Alcuni casi ben descritti di narcolessia di Gayet-Wernicke, ecc., casi di forte sonnolenza per lesione del terzo ventricolo, farebbero supporre un centro nervoso del sonno nella sostanza grigia del terzo ventricolo, nel pavimento dell'acquedotto del Silvio. Ora io credo che neppure questi casi sarebbero in grado di ostacolare la nostra tesi. Se infatti noi ammettiamo che l'Ipofisi sia il centro regolatore del sonno, non escludiamo affatto che esista un centro nervoso che presiede alla sua secrezione. Non esistono forse dei centri nel nostro cervello che eccitati determinano una forte glicosuria? Come si hanno delle semplici poliurie colla stimolazione del verme cerebellare o del midollo allungato, come si potè osservare i sintomi caratteristici d'una ipersecrezione tiroidea colla puntura del quarto ventricolo (Tedeschi), noi possiamo attenderci dei fatti d'ipersecrezione ipofisaria e quindi l'ipersonnia per la stimolazione di un centro che presieda alla secrezione dell'Ipofisi, nè può escludersi che questo centro risieda nella sostanza grigia del terzo ventricolo.

Che l'Ipofisi sia in intimo rapporto colla funzione ipnica non risulta solo dai casi d'ipersonnia sopracitati, ma anche da una particolarità che venne da me ripetutamente osservata nello studio dei tumori ipofisari, cioè che l'aumento del sonno non è sempre in diretto rapporto col volume della glandola; in molti casi, ad esempio in quelli descritti da Graham, Dulles, Benson, Waldo, Dercum, Mensinger, la sonnolenza fu iniziale prima cioè che comparissero i sintomi dovuti alla compressione del tumore ipofisario (cefalea, disturbi visivi ecc). Talvolta l'ipofisi era appena ingrandita e vi era la sonnolenza. Il sintoma quindi non può riferirsi alla compressione dei centri nervosi, come sospetta il Gemelli, ma ad una modificazione del secreto glandolare. Come potrebbesi altrimenti spiegare l'insonnia nei neoplasmi dell'Ipofisi completamente degenerati o distrutti (1), ad esempio nella fase ultima dell'acromegalia, quando appunto il tumore raggiunge il massimo suo sviluppo? È casuale il fatto osservato dal Blair che l'insonnia in uno di questi casi potè solo cessare colla somministrazione di forti dosi di sostanza pituitaria?

Se poi noi sortiamo dal campo delle neoplasie, quanti casi parlerebbero in favore della nostra ipotesi! Non si dimentichi il caso Madelung, che costituisce quasi un vero *experimentum in vita;* una giovinetta vien colpita da un proiettile e dopo alcuni mesi presenta quasi come esclusivi sintomi, una polisarcia, l'aumento del sonno *(sie schläft sehr viel)*: l'esame radiografico dimostrò in questo caso che il proiettile risiedeva *presso la sella turgica!* Nè è certamente casuale la recente osservazione di Lesage e Abrami (Archives gener de medicine 1906 pag. 308,) di 25 casi di meningite tubercolare, nei quali mancavano i sintomi più caratteristici dell'affezione e solo appariva una continua sonnolenza ed in tutti questi casi l'autopsia rivelò che la meningite era localizzata nel ristretto spazio *tra il chiasma ed il ponte!*

---

(1) L'insonnia venne citata nei casi Duchesnau, Finzi, Wittern, Holsti, Osborne, Pechadre, Mossè, Eulemburg, Klippel, Antonini, Cagnetto, Warthin, Rayer (1° caso) Battiscombe ed in quella recente di Bleitbreu (Sem medicale 1906), casi in cui l'ipofisi era sede d'un tumore maligno completamente degenerato o distrutto, o d'un ascesso.

Non costituisce la sonnolenza in questi casi, quasi un sintomo a focolaio della regione ipofisaria?

⁂

Veniamo alla 2.ª e 3.ª obbiezione del Dr. Gemelli.

« La sonnolenza dimostrata nelle intossicazioni, nelle « quali si ha anche un'ipertrofia dell'Ipofisi, non è dimo- « strato se insorge a causa dell'intossicazione o a causa del- « l'ipertrofia dell'ipofisi Nessun dato di fatto prova tale « nesso. Mancano dati positivi anatomo-patologici a dimostrare « chiaramente tale nesso »

Riguardo a quest'obbiezione è bene intenderci dapprima sulle parole colle quali si esprime il Gemelli. Se questi mi chiede la *causa* che ha dato origine a quel sonno patologico, io sono certamente del suo avviso che questa causa risiede nell'intossicazione; è ben naturale infatti che senza l'intossicazione non vi sarebbe stato certamente neppure l'aumento del sonno; ma se il Gemelli colla sua obbiezione intende di sostenere che quel sonno morboso può spiegarsi come un semplice effetto dell'intossicazione sperimentale, io non posso affatto associarmi a lui, poichè in tal modo io incorrerei in tutte le obbiezioni che si rivolgono giustamente ad una teoria tossica del sonno. I sostenitori infatti di questa teoria potrebbero infatti chiederci a ragione: Se voi ammettete che quel sonno possa spiegarsi per il dato e fatto d'un'intossicazione, perchè avete poc'anzi rifiutato la stessa conclusione per il sonno fisiologico? il sonno normale non ha forse anch'esso un'origine tossica? la veglia che è la causa diretta del sonno, non implica sempre un'in tossicazione del nostro organismo?

Accettando le conclusioni del Gemelli noi non potremmo spiegarci perchè quelle intossicazioni quando sono più acute determinano l'insonnia, nella stessa guisa che la stanchezza troppo accentuata impedisce il sonno, noi non potremmo spiegare gli effetti riparatori che vengono pure osservati nei casi di sonnolenza tossica. Io ho studiato attentamente un numero considerevole di casi di narcolessia per intossicazioni epatiche, renali, gastriche e più volte gli autori notarono che quel sonno, d'origine indubbiamente tossica, aveva tutti i caratteri del sonno fisiologico, non esclusi gli effetti riparatori, poichè dopo quei brevi attacchi di sonno i pazienti si sentivano benissimo e completamente riposati; essi diventavano invece irascibili al massimo grado, furiosi, se quel sonno veniva impedito. Anche i sonni d'origine tossica adunque al pari del sonno fisiologico hanno un'azione antitossica ed utile per l'organismo.

La sonnolenza tossica costituisce molte volte un aumento puro e semplice del sonno fisiologico, e ben si comprende come essa abbia i caratteri clinici, e gli effetti riparatori, antitossici del sonno ordinario.

Mancano i dati di fatto ed anatomo-patalogici, soggiunge il Gemelli, per provare il nesso tra quel sonno d'origine tossica e l'iperattività funzionale dell' Ipofisi. Ma questo nesso non è forse evidente dal fatto che l'aumento del sonno si nota appunto per quelle stesse cause (lente intossicazioni epatiche, renali, intestinali ecc.) che provocarono sempre sperimentalmente un'iperattività funzionale dell'Ipofisi e la sonnolenza (1)? È forse casuale il fatto che la sonnolenza sia stata osservata per brevi dosi di policarpina la quale esagera tutte le secrezioni, inclusa quella ipofisaria, mentre gli avvelenamenti per belladonna e per atropina si distinguono fra tutti gli altri per non determinare mai la sonnolenza e provocano di regola l'insonnia?

*
* *

Nella 4.ª obbiezione il Gemelli si chiede:

« L'Ipofisi è una piccolissima glandola: il secreto elaborato da essa è in quantità minima, come può esso esercitare un'influenza così duratura e così lunga e così generale su tutto l'organismo? »

---

(1) Io richiesi al Dr. Guerrini se gli animali, nei quali egli sperimentalmente provocava per mezzo di varie intossicazioni, l'ipersecrezione ipofisaria, presentavano un aumento del sonno, ed egli cortesemente mi rispose che essi erano sonnolenti.

Io credo che il mettere in dubbio l'importanza dell'Ipofisi per la ragione che essa è piccola, equivalga a disconoscere una delle più caratteristiche proprietà delle glandole a secrezione interna, le quali agiscono appunto in modo efficacissimo sul ricambio organico malgrado il loro tenue volume, tanto che la loro azione viene assimilata appunto a quella dei fermenti. L'importanza dell'Ipofisi sull'intero organismo è rivelata non solo dalle numerose ipofisectomie che non furono seguite dall'esito letale per il solo fatto che venne lasciata in sito una piccolissima porzione o poche traccie di tessuto glandolare (Dalla Vedova, Paulesco, Vassale, ecc.) ma anche dall'esperienza clinica che ci dimostra le intime relazioni tra l'alterata funzione dell'Ipofisi coi più gravi disturbi del ricambio organico, coll'obesità, coll'acromegalia, col diabete, ecc.

Ma anche concedendo al Gemelli che l'Ipofisi non abbia una diretta influenza nè molto lunga nè duratura su tutto l'organismo, è necessaria forse questa proprietà per la determinazione del sonno?

Il sonno realizza senza alcun dubbio un vero riposo per l'organismo, un rallentamento notevole del ricambio materiale, per cui l'animale si mantiene lungamente in vita malgrado l'inanizione. Ma questi effetti possono semplicemente riferirsi alla depressa attività dei centri nervosi che presiedono alla vita di relazione, al ricambio organico, senza invocare un'energica azione su tutto l'organismo. Il sonno viene appunto definito il riposo della coscienza (Manacéine) il riposo dei centri frontali (Bianchi) perchè ciò che lo caratterizza è la perdita della coscienza, dell'attenzione volontaria. Il sonno può dirsi tale malgrado che sieno attivissimi i centri psichici che presiedono all'immaginazione, alla sensibilità. Noi non abbiamo quindi la necessità, per spiegare il sonno, di ricorrere ad un organo che abbia una diretta influenza su tutto l'organismo, ma bensì ad un organo che eserciti una notevole infuenza sui centri psichici ed in particolar modo su quelli che presiedono alla coscienza, all'attenzione volontaria. Ora l'Ipofisi per la sua sede presso i centri nervosi più importanti, per la sua prossimità ai centri frontali, obbedisce appunto a questi requisiti.

⁂

5.ª obbiezione. « Il carattere principale del sonno è di « essere un fenomeno periodico, alternato cioè con un pe- « riodo ancor più lungo di veglia. Per dimostrare che la « secrezione dell'Ipofisi produce il sonno, bisognerebbe dimo- « strare che anche l'elaborazione del secreto ipofisario è « un fenomeno periodico e che cioè il secreto si riversa « nell'organismo producendo il sonno in un dato punto « della giornata. Ora i fatti dimostrano che tale periodicità « manca affatto ».

Non vi ha dubbio che il sonno sia un fenomeno periodico; la periodicità, proprietà caratteristica di tutte le funzioni di secrezione, costituisce appunto uno degli argomenti più favorevoli al concetto da me avanzato che il sonno sia un fenomeno di secrezione. Ma io non credo sia giusto affermare col Gemelli, che per dimostrare che la secrezione dell'Ipofisi è l'origine del sonno, sia necessario anche dimostrare che l'elaborazione del suo secreto è periodica. Non è, secondo il mio convincimento, la secrezione ipofisaria come tale, ciò che determina il sonno, ma bensì la sua capacità di provocare un processo di nutrizione nelle cellule nervose; sono pur sempre queste la sede del sonno. Per chiarire la periodicità di questo fenomeno basta dimostrare che periodico è questo atto di nutrizione non la secrezione che lo ha provocato. Noi vedremo più tardi come Verworn spieghi appunto la veglia col concetto che la tensione mentale, l'atto cioè disassimilativo della cellula nervosa, inibisca l'atto assimilativo che caratterizza il sonno.

La nutrizione, in altre parole, della cellula nervosa dovuta alla secrezione ipofisaria può mancare non per il fatto che manca questa secrezione o per la ragione della sua periodicità ma per una causa insita nella cellula nervosa stessa, per cui questa non è in grado di subire l'influenza della secrezione pituitaria.

⁂

Veniamo all'ultima obbiezione del Dr. Gemelli, all'osservazione cioè diretta di fatto che egli porta contro la mia ipotesi. Egli fa queste considerazioni:

« Noi possiamo assimilare il sonno quotidiano al le-
« targo perchè ambedue debbono considerarsi un istinto di
« difesa, in tal caso tra la letargia ed il sonno non vi è
« alcuna differenza essenziale. Ora se l'ipofisi è il centro
« del sonno, noi dovremo presumere che essa presieda pure
« al sonno letargico degli animali ibernanti, noi dovremo
« allora osservare nel letargo un aumento della sua attività
« secretoria.

« In realtà invece si riscontra il fatto perfettamente
« contrario. E cioè nel lobo ghiandolare dell'Ipofisi durante
« il letargo si ha come in tutti gli altri tessuti una dimi-
« nuzione dell'attività propria dell'organo, caratterizzata
« dalla diminuzione delle cellule secretrici ed invece al
« risveglio primaverile si ha un'ipertrofia (dimostrata dalla
« comparsa di cariocinesi) e un riattivamento nell'elabora-
« zione del secreto (dimostrata dall'aumento delle cellule
« cianofile) indici ambedue che anche nell'Ipofisi si ha al
« risveglio primaverile un rinnovamento organico, e un
« aumento nell'attività propria dell'organo. »

« Dinanzi a questi fatti all'ipotesi del Salmon viene
« a mancare ogni ragione di essere.

L'obbiezione del Gemelli avrebbe un valore grandissimo se il Collega non avesse dimenticato che a base fondamentale della mia ipotesi, io scrissi: « *Il sonno fisiologico « può comprendersi perfettamente quando si voglia riferire la « sua origine ad una secrezione interna fisiologica.* » Questo è il principio fondamentale al quale ispirai la mia tesi sul sonno e che il Gemelli ha trascurato di prendere in considerazione. Questo principio appunto mi ha permesso di stabilire le relazioni tra l'Ipofisi ed il sonno quotidiano come poco prima quelle tra la glandola ibernante ed il letargo.

Io mi sarei sentito bene imbarazzato se avessi dovuto spiegare colla secrezione ipofisaria tutte le specie di sonno fisiologico. Non dormono forse gli animali inferiori che non hanno l'Ipofisi? Ed anche ammesso che questa glandola sia il centro del sonno quotidiano, potremmo noi escludere che nella sua insufficenza relativa od assoluta, dati gl'intimi rapporti tra tutti gli organi a secrezione interna, altra glandola consimile non possa supplire l'Ipofisi nella sua azione antitossica e trofica sui centri nervosi, determinando il sonno? Nessuno dubita ad esempio della grande influenza della secrezione interna pancreatica sulla glicogenesi, eppure quanti tumori maligni del pancreas, quante pancreatectomie complete (De Dominicis, De Renzi, Reale) furono esenti dalla più lieve glicosuria!

Io credo anzi che la mia migliore difesa contro l'obbiezione del Gemelli sia appunto lo studio del letargo, che ci rivela l'intima sua relazione colla funzione della glandola ibernante. Ammesso infatti che questa sia una glandola a secrezione interna, noi non abbiamo più bisogno d'invocare la secrezione pituitaria per spiegare il meccanismo del letargo. Nulla di più verosimile che l'Ipofisi nei primi giorni di letargo secerna tutti i prodotti di secrezione per cui si abbia quello stato di esaurimento funzionale, descritto dal Gemelli nello stato ibernante. Questo dato di fatto non ha quindi nessun valore riguardo al sonno quotidiano.

Il Gemelli adunque colle sue numerose obbiezioni tenta di distruggere il valore delle teorie biochimiche, mirando al concetto che il sonno sia un istinto una funzione psichica, nega uno specifico rapporto tra il sonno e l'Ipofisi, invoca il letargo invernale per escludere che l'Ipofisi sia l'origine del sonno quotidiano. Ora io spero con una lunga serie di considerazioni di aver dimostrato che una teoria puramente psichica del sonno non possa affatto sostenersi e che il suo meccanismo possa invece del tutto chiarirsi con una teoria secretoria, la quale, pur essendo una teoria biochimica, è la sola che possa rendere ragione sia dell'elemento psichico e tossico del sonno come della sua azione riparatrice. Lo studio del sonno ibernante, dimostrando le intime relazioni tra il letargo e la glandola ibernante nelle diverse fasi della sua attività funzionale costituisce il miglior dato di fatto in appoggio alla teoria secretoria del sonno. I rapporti tra l'Ipofisi ed il sonno, stabiliti da numerosi ed importanti dati clinici ed anatomopatologici, non possono mettersi in dubbio.

Io sono il primo a riconoscere che l'ipotesi da me avanzata, l'origine cioè ipofisaria del sonno quotidiano, esiga molte prove sperimentali, prima di essere accettata ed io non pretendo certamente che il Gemelli debba esserne ora persuaso, ma egli non può distraggere con poche linee di critica i dati di fatto che io ho portato a sostegno della mia tesi. Ora i fatti sono fatti e debbono essere comunque interpetrati; quand'anche quei dati non fossero tali da dimostrare che l'Ipofisi è il centro del sonno, essi rivelerebbero sempre una stretta relazione tra la secrezione ipofisaria e la funzione ipnica, essi costituirebbero la più valida conferma alla teoria secretoria del sonno quotidiano.

⁂

Il Prof. Claparède ha pubblicato recentemente una seconda memoria sull'interessantissimo problema del sonno (Rivista di Scienza 1907 N. 3), nella quale volge se non delle vere obbiezioni, alcuni dubbi sulla mia ipotesi, dubbi che richiedono da parte mia un breve schiarimento.

Egli così si esprime:

« Salmon est le seul auteur, à ma connaissance, qui
« ait envisagé nettement cette action réparatrice du som-
« meil, et qui ait cherché à en donner une explication
« adéquate. Il suppose comme on l'a dit plus haut, que la
« glande pituitarie sécrète une substance neutralisatrice des
« toxiques du sang. Cette substance serait en même temps
« somnifère, et c'est ce qui expliquerait que la neutralisa-
« tion de ces toxiques soit accompagnée de sommeil . . . . . .

« Je n'ai rien contre l'intervention d'une sécrétion
« interne pendant le sommeil. Mais il est évident que
« l'hypothèse d'une telle sécrétion n'explique pas tout; elle

« n'explique pas même le . . . . sommeil lui-même, c'est-à-
« dire l'inertie qui caractérise cet état. Dire que cette sécré-
« tion pituitaire a aussi une « vertu dormitive, » c'est
« résoudre la question par la question ! Pourquoi a-t-elle
« aussi cette propriété hypnotique ? C'est ce qu'on se demande.
« Et la théorie de Salmon n'y répond pas. Pourquoi la
« sécrétion neutralisatrice de l'hypophyse nécessiterait-elle,
« pour s'effectuer, un état de léthargie, tandis que toutes
« les autres sécrétions internes se font au cours de la veille
« elle-même, c'est ce qu'on ne comprend pas. Il est évident
« que si le sommeil n'est pas utile comme tel à l'animal,
« il serait bien préférable pour lui que la neutralisation
« de ses toxines se fit au fur et à mesure de leur formation. »

Riguardo a quest'ultima considerazione del Claparéde credo di avere esaurientemente risposto a proposito della 5.ª obbiezione del Gemelli. Sostenendo che il sonno è dovuto alla secrezione ipofisaria io non ho alcuna necessità di ammettere che l'elaborazione del secreto che presiede appunto alla neutralizzazione delle sostanze tossiche dell'organismo, sia periodica. Anzi io mi sentirei fortemente imbarazzato se non potessi dimostrare che quest'elaborazione si compie in modo continuo e graduale nella veglia, in rapporto diretto dei prodotti tossici del ricambio organico. Il meccanismo del sonno verrebbe appunto chiarito ammettendo che la glandola che presiede alla funzione ipnica, raggiunga il maximum della sua elaborazione quando la stanchezza, l'intossicazione è maggiore, nelle ore cioè vespertine; di qui lo stato di congestione, di turgidezza glandolare, causa di quella speciale sensazione cenestetica, il senso di sonno, lo stimolo cioè più idoneo a provocare la secrezione ipnica, come l'appetito è il più energico eccitante della secrezione gastrica (Pawlow). Il sonno alla sua volta rallentando il ricambio organico e diminuendo i fatti tossici che ne conseguono, permetterebbe un grado di relativo riposo della funzione antitossica glandolare, la diminuzione graduale della sua elaborazione, quindi il lento decrescere dei fatti secretivi, ed il risveglio. La veglia secondo questo concetto sarebbe la causa del sonno, come questi del risveglio.

Il Claparède si chiede:

« Pourquoi la sécrétion pituitaire a cette vertu dor« mitive, cette proprieté hypnotique ? »

La risoluzione di questo quesito implica un lungo studio sulla funzione dell'Ipofisi, sul meccanismo in specie della sua azione trofica sui centri nervosi, studio che disgraziatamente è nel suo albore e non privo d'incertezze. Non mancano pertanto dei dati positivi per affermare con piena sicurezza che a questa glandola, è riservato uno dei posti più importanti nella nostra fisiologia. Nessuno più dubita infatti della sua funzione eminentemente antitossica e trofica. Il Collina in base a numerose prove cliniche e sperimentali concluse che la glandola presiede alla nutrizione delle cellule nervosi. La presenza del fosforo nelle sue cellule eosinofili, la sua ricchezza in lecitina ne costituirebbero una valida conferma. L'esperienze d'altra parte del Guerrini, del Gemelli, dimostrarono che l'Ipofisi reagisce in modo sensibilissimo a tutte le intossicazioni, non esclusa quella della fatica (Guerrini). Il Cyon concluse che la glandola ha una potente azione regolatrice sulla pressione endocerebrale. Questi dati permettono, secondo il mio convincimento di rispondere in modo adeguato al quesito posto dal Claparède. Il chiarissimo psicologo di Ginevra nel suo importante lavoro sul sonno scrive che il concetto fisiologico che meglio di ogni altro renda conto del meccanismo del sonno, è quello dell'inibizione attiva secondo la concezione di Verworn, il quale ammette che l'inibizione morfeica consista nel predominio dell'atto assimilativo su quello disassimilativo della cellula nervosa. Questi due atti costituirebbero i due termini antagonisti del biotono della cellula nervosa. L'energia psichica, la tensione mentale rappresenterebbero il processo catabolico; il riposo della cellula nervosa caratterizzerebbe invece il processo anabolico. La veglia sarebbe quindi dovuta al predominio dell'attività catabolica sul processo antagonista, come il sonno sarebbe secondario alla prevalenza dell'atto assimilativo.

Il concetto che il sonno consista in un fenomeno di nutrizione della cellula nervosa non solo risponde alla sua specifica azione riparatrice, ma si concilierebbe pure coll'osservazione sperimentale. Hodge, Mann, Demoor, Pergens, Dustin dimostrarono infatti che nello stato di riposo la cellula nervosa rivela una diminuzione di volume ed un aumento della sostanza cromatica; i fatti opposti sarebbero stati osservati nello stato di attività. Ora se la sostanza cromofila viene generalmente considerata come un materiale di riserva destinato alla nutrizione della cellula nervosa (Van Gehuchten) ed agisce molto probabilmente come un mezzo isolante per la conduzione nervosa (Lugaro) noi avremmo quasi una conferma sperimentale che nel sonno, che rappresenta appunto il reale riposo delle cellule nervose, aumenti la loro energia chimica nutritizia a discapito di quella catabolica. Ma qui potrebbesi chiedere: Qual'è la causa di questa ipernutrizione della cellula nervosa che in dati momenti inibisce l'attività psichica?

Questo quesito non parrà illogico al Claparède se anch'egli scrive:

« Il doit exister quelque part un centre destiné à re-
« cueillir en dernier ressort le stimulations venues par les
« divers canaux sensoriels, et dont l'excitation aurait pour
« effet, lorsqu' il serait irritè par les stimuli du sommeil,
« d'accroître les processus assimilateurs et d'inhiber les
« centres de tension mentale, d'interèt ».

Ora io mi domando, il meccanismo del sonno non verrebbe singolarmente chiarito ammettendo che questo centro che deve accrescere i processi assimilatori sia rappresentato da una glandola a secrezione interna che presieda appunto alla nutrizione delle cellule nervose? È ben nota la grande influenza che le secrezioni interne esercitano sulla nutrizione. Il metabolismo organico, scrive il Bottazzi, sussiste solamente come condizione fondamentale quando vi è l'integrità ed il normale funzionamento delle glandole a secrezione interna. Si ammette generalmente che i loro prodotti secretivi agiscano a guisa di fermenti attivando le proprietà diastasiche delle cellule per un processo di secrezione intracellulare. Il sonno costituirebbe quindi in ultima analisi un fenomeno di secrezione della cellula nervosa, un vero fenomeno di nutrizione. Questa concezione non solo chiarirebbe perfettamente l'azione riparatrice del sonno e risponderebbe pure al meccanismo invocato da Verworn e Claparède, ma sarebbe pure in grado di spiegare in modo adeguato il meccanismo del sonno determinato dal bisogno reale di sonno, così il sonno involontario, e quello volontario.

Supponiamo ad esempio che l'intossicazione dell'organismo per la veglia prolungata sia molto considerevole: noi avremo quindi un aumento corrispondente della funzione secretoria antitossica che presiede al sonno, ed i prodotti di secrezione saranno allora talmente copiosi che provocheranno l'iperattività diastasica nutritizia della cellula nervosa, il predominio cioè dell'atto anabolico su quello di relazione; noi qui comprenderemo il sonno imperioso dell'individuo che è molto stanco, sonno che sfugge al controllo della volontà e s'impone alla sua attività psichica. La stanchezza d'altra parte, in quanto essa determina sempre un grado più o meno notevole di depressione nell'attività psichica, contribuisce pure indirettamente a fare prevalere nel biotono della cellula nervosa l'atto anabolico di fronte a quello antagonista. Nel caso poi che l'intossicazione dell'organismo sia minore, la secrezione interna che ne deriva sarà troppo scarsa ed insufficiente a provocare l'atto anabolico della cellula psichica arrestando l'atto antagonista; sarà invece quest'ultimo che inibirà l'assimilazione della cellula nervosa, quindi la veglia. La veglia è condizionata appunto dall'interesse per la situazione presente, dall'attenzione volontaria: è il *quid* di emozione contenuto in questo interesse ciò che per il mio convincimento mantiene desta l'attenzione ed inibisce l'attività vegetativa della cellula nervosa, il processo cioè di nutrizione che caratterizza il sonno. Togliete questa emozione, questo interesse per la situazione presente, ed apparirà subito il sonno. Il sonno volontario deriva appunto dal fatto che l'individuo che vuole addormentarsi si disinteressa dalla situazione presente, perde l'attenzione e così ottiene il sonno. *Dormir, c'est se désintéresser,* scrive Bergson. *on dort dans l'exacte mesure ou l'on se désinteresse.*

Il sonno pertanto involontario quanto quello volontario sono in diretto rapporto coll'energia secretiva dell'organo che presiede al sonno, energia che è proporzionale all'intossicazione dell'organismo. Noi potremo addormentarci anche dopo poche ore di veglia, ma provocando questa una intossicazione lievissima dell'organismo, scarsissima sarà pure la secrezione interna che ne deriva ed il sonno sarà breve e lievissimo. Così i vecchi malgrado che si addormentino ad ogni momento presentano uno stato di assopimento più che un vero sonno.

Io non so se questa concezione del sonno sia esatta ma certamente essa sarebbe in grado di spiegarne il meccanismo tenendo giusto conto dei tre elementi fondamentali del sonno, dell'elemento tossico, dell'elemento psichico, di quello trofico.

Ora se vi ha un organo a secrezione interna il quale reagisca in modo elettivo alle varie intossicazioni ed abbia una diretta influenza sul ricambio organico delle cellule nervose, questi è certamente l'Ipofisi.

Quand'anche poi si volesse invocare nel sonno una sostanza dormitiva sedativa per i centri nervosi, tale da spiegare il rapido passaggio dalla veglia al sonno, quello stato di vera calma che noi risentiamo abitualmente al mattino dopo il sonno, io credo che l'Ipofisi sarebbe pure in grado di rispondere a questo requisito. Il Paderi (Soc. medico Chirurg. Pavia 1898) dimostrò infatti la presenza del bromo nel suo tessuto glandolare come nel sistema nervoso centrale. L'importanza di questo elemento nell'Ipofisi, sia pure in traccie, non sfuggirà ad alcuno, quando si consideri che la sua azione si eserciterebbe, per la speciale sede della glandola, in modo diretto sulle cellule nervose; queste, così sensibili a tutte le sostanze chimiche, lo sarebbero in grado notevolmente maggiore ad un composto organico quale è il bromo legato alla secrezione ipofisaria. Si pensi infatti alla singolare efficacia dell'iodio contenuto negli estratti tiroidei rispetto ai composti iodici inorganici! La presenza del bromo, di cui è nota l'azione sedativa sui centri nervosi, spiegherebbe appunto nel sonno la rapida cessazione dell'attività riflessa, condizione necessaria per aversi la perdita dell'attenzione ed il riposo delle cellule nervose.

Che l'Ipofisi infine abbia un'azione sedativa sui centri nervosi, non è una semplice supposizione ma è anche un dato di fatto che venne ripetutamente osservato da coloro che somministrarono la sostanza glandolare nei sani e nei malati. Il Salvioli e Carraro (Archivio per le Scienze mediche 1907) notarono generalmente negli animali a cui dettero gli estratti d'Ipofisi, uno stato di sonnolenza e di debolezza muscolare assai caratteristici. La stessa osservazione venne talvolta fatta da Box-Mairet. (Arch. de physiologie 1896).

Importantissimi sono a questo riguardo gli studi di Renon Delille (Soc. de Therapeutique 1907). Essi somministrarono delle piccole dosi d'Ipofisi di bue, in tutte quelle affezioni dove venne descritta l'insufficienza della secrezione ipofisaria, così nella tisi, nella f. tifoide, nel morbo di Basedow ecc. e così conclusero:

« Quelle que fut l'affection traitée, l'action générale de l'Hypophyse a porté toujours sur les pouls, sur la tension arterielle, *sur le sommeil,* sur l'appetit. Le pouls s'est ralenti, la tension arterielle s'est elevée dans tous les cas, *les malades ont eu plus de sommeil,* l'appetit est revenu. »

Il Parisot (Revue medicale de l'est. 1907) ottenne anch'egli un rimarchevole miglioramento colla cura ipofisaria in diverse affezioni e citò più volte l'aumento del sonno. Alcuni tubercolosi agitati ed insonni poterono dormire sia di notte che di giorno cogli estratti di ipofisi.

Azam (1) descrisse una sindrome d'insufficienza ipofisaria ed a lato della depressione arteriosa, della tachicardia, citò subito l'insonnia. Sono noti infine i sensibili miglioramenti ottenuti colla cura pituitaria nel morbo di Basedow (Renon Delille, Parisot, Azam) miglioramenti che confermerebbero, almeno in moltissimi casi, la sua origine ipofisaria (Salmon) e noi tutti sappiamo come quest'affezione si caratterizzi per uno stato d'ipereccitabilità nervosa, per l'insonnia continua e ribelle. Non vi ha dubbio quindi che la cura ipofisaria abbia un'azione sedativa sui centri nervosi e sull'insonnia. Mi si potrebbe invero obbiettare che gli effetti ottenuti devono forse riferirsi all'intossicazione di quegli estratti o alle migliorate condizioni del circolo arterioso, ma io potrei sempre rispondere riguardo alla prima obbiezione che non tutte le intossicazioni provocano la sonnolenza; l'ipersecrezione tiroidea ad esempio determina generalmente l'insonnia.

---

(1) Azam. Sur un syndrome d'insuffisance pituitaire. Thèse. Paris 1905.

Il concetto poi che la cura pituitaria migliori l'insonnia per una modificazione del circolo cerebrale, potrà anche costituire un ottimo argomento in favore del concetto che la secrezione ipofisaria favorisca il sonno fisiologico in quanto essa modifichi la circolazione cerebrale, per lo stesso meccanismo cioè che invocò il Righetti per spiegare l'aumento di sonno in un caso di ipertrofia ipofisaria. Ma tutte queste considerazioni non possono togliere alcun valore al dato di fatto che risulta da quelle osservazioni cliniche cioè che uno dei sintomi pei quali si caratterizza l'insufficienza dell'Ipofisi è l'insonnia e che questa migliora colla cura pituitaria. L'importanza di questo dato clinico non è certamente trascurabile e parla in modo ben singolare in favore della mia ipotesi, quando esso si ricolleghi ai numerosi casi che prima abbiamo esaminati, dove l'aumento del sonno era in intimo rapporto coll'ipertrofia o coll'ipersecrezione dell'Ipofisi, l'insonnia invece col suo difetto funzionale, quando si ricordi infine il caso Blair dove l'insonnia sicuramente dovuta al tumore dell'Ipofisi, cessò solo colla cura pituitaria. L'Ipofisi quindi avrebbe realmente una *vertu dormitive*, la quale congiunta alle sue proprietà antitossiche e trofiche per i centri nervosi, risponderebbe appunto ai requisiti voluti da una teoria biologica del sonno; le intime relazioni tra questa glandola ed i disturbi del sonno non possono chiarirsi se non per uno stretto legame tra la sua funzione secretoria ed il sonno.

CONCLUSIONI

I) Il sonno è un *fenomeno di nutrizione* e come tale può solo trovare la sua esplicazione in una teoria biochimica.

II) Il sonno è il risultato di un'*attività positiva d'ordine riflesso, d'una funzione* (Claparède).

III) Il sonno che rappresenta l'inattività dei centri psichici, il loro reale riposo (Bertin), non può in alcun modo considerarsi come una funzione psichica, un istinto (Claparède, Brunelli, Gorter). Con questo concetto si rinunzierebbe a spiegare il bisogno di sonno che quando è molto intenso ci obbliga a dormire contro la nostra volontà, contro il nostro interesse, contro l'istinto stesso di conservazione; ne sarebbero più chiariti, l'influenza delle intossicazioni nel determinare il sonno, l'azione sua riparatrice, trofica, la sua speciale curva.

IV) Il sonno, non essendo una funzione psichica, può solo riferire la sua origine ad una *funzione organica, vegetativa.*

V) La *teoria secretoria,* il concetto cioè che l'organo che presiede al sonno, sia una glandola a secrezione interna. pur godendo di tutti i vantaggi che vengono giustamente riconosciuti alle teorie chimiche, è la sola teoria che possa rendere giusto conto:

1.° dell'*elemento tossico* che costituisce la causa fondamentale della funzione ipnica, poichè il sonno è in diretto rapporto colla veglia e questa implica sempre un'intossicazione del nostro organismo.

2.° dell'*elemento psichico* che precede e regola il sonno, nella stessa guisa che esso presiede alle nostre più importanti secrezioni, (secr. gastrica, salivare, sessuale, lacrimale ecc).

3.° del *senso di sonno* (appetit du sommeil) sensazione specifica cenestetica analoga alla fame, all'appetito sessuale, ecc. sensazioni dovute alla turgidezza di speciali organi glandolari (gl. gastriche, vescichette seminali, ecc). Il senso di sonno provoca il *bisogno di dormire*, un vero bisogno organico il quale quando è molto imperioso s'impone alla nostra volontà al pari del bisogno di mangiare, di quello sessuale, della minzione, ecc..

4.° dell'*azione riparatrice trofica* del sonno, che perfettamente può riferirsi alla proprietà delle glandole a secrezione interna, di secernere dei prodotti utili, necessari alla nutrizione dei centri nervosi, ecc.

VI) La migliore conferma alla teoria secretiva è data dallo studio del *sonno ibernante*. Questi ci rivela la intima relazione tra il letargo e la funzione della *glandola ibernante*, organo che presenta tutti i caratteri delle glandole a secrezione interna (tiroide, capsule surrenali). Questa glandola, secondo numerose ed accurate ricerche, si accresce lentamente nell'estate, autunno, raggiunge il massimo suo sviluppo al principio dell'inverno, epoca del letargo, presenta durante il lungo sonno invernale una intensa iperemia, delle notevoli modificazioni protoplasmatiche e nucleari (Malesani, Carlier) le quali rivelano la sua energica attività funzionale nel letargo, in un periodo cioè in cui tutte le cellule dei restanti tessuti sono nel più assoluto riposo. Il letargo cessa quando la glandola perde completamente la sua struttura glandolare (Carlier).

VII) Intime sono le *relazioni tra la funzione dell' Ipofisi ed il sonno*, relazioni stabilite sopra un numero tale di osservazioni cliniche e sperimentali che certamente non può ritenersi casuale. I disturbi del sonno sono frequentissimi non solo nei tumori dell'Ipofisi ma anche in tutte quelle condizioni fisiologiche e patologiche che di regola si accompagnano ad alterazioni della sua secrezione (acromegalia, mixoedema, tiroidectomie, morbo di Basedow, obesità, gravidanza, menopausa, castrazione, intossicazioni a lento decorso, di origine epatica, intestinale, ecc., sinusiti sfenoidali, ecc.).

Uno speciale rapporto tra la funzione del sonno e la secrezione ipofisaria non può mettersi in dubbio per le seguenti considerazioni:

1.° la sonnolenza nei tumori dell'Ipofisi, in specie nei casi di semplice ipertrofia glandolare, non è sempre caratterizzata da uno stato di depressione psichica, da un sonno lievissimo quale si osserva generalmente in tutti i tumori cerebrali, ma spesso da un vero aumento del sonno fisiologico, da un'ipersonnia;

2.º l'insonnia, venne osservata in molti casi in rapporto colla distruzione o con fatti degenerativi del tumore ipofisario e talvolta migliorò colla cura pituitaria (Blair).

3.º l'insonnia è un sintoma frequentissimo in tutte quelle affezioni che ordinariamente rivelano all'esame anatomo-patologico l'insufficienza funzionale dell'Ipofisi (tisi, tifoide, tubercolosi, Morbo di Basedow), tanto che il sintoma viene citato da diversi autori tra i segni più caratteristici dell'insufficienza ipofisaria, e migliora infatti colla cura pituitaria (Renon, Delille, Parisot, Azam).

4.º l'azione favorevole degli estratti ipofisari nell'insonnia, conciliasi colla presenza del bromo nella glandola.

Questi dati, quando si ricolleghino alle ben note proprietà antitossiche e trofiche dell'Ipofisi sui centri nervosi, costituiscono una notevole conferma al concetto che l'Ipofisi presieda al sonno quotidiano.

VIII) Il dato sperimentale rilevato dal Gemelli che l'Ipofisi durante il sonno invernale dimostra i segni della sua insufficienza funzionale, non costituisce affatto un'obbiezione alla teoria ipofisaria del sonno quotidiano, date le intime relazioni tra la glandola ibernante ed il letargo.

IX) I rapporti tra la glandola ibernante ed il letargo, quelli tra l'Ipofisi ed il sonno quotidiano trovano solo la loro esplicazione in una *teoria secretoria del sonno* e ne costituiscono la più valida conferma.

1 Luglio 1908.

RECENSIONI

Cesare Lombroso: GENIO E DEGENERAZIONE — *Nuovi studi e nuove battaglie* — Seconda edizione — Remo Sandron, Editore, Milano, Palermo, Napoli — L. 5.

Da tempo la prima edizione di questo volume, complemento indispensabile alla teoria lombrosiana sul Genio, era esaurita, e inutilmente ricercata dagli studiosi. Questa *seconda edizione* viene quindi a proposito. Essa è considerevolmente accresciuta di fatti ulteriormente raccolti, e contiene tre studi interamente inediti, su *La epilessia di Napoleone,* su *La pazzia nelle opere di Tasso* e su *Wagner.*

Eccone il sommario completo:

Prefazione alla prima edizione — *Prefazione alla seconda edizione* — *Parte Prima:* Teorie generali sulla psicologia geniale: 1. I fenomeni regressivi dell'evoluzione — 2. Fenomeni evolutivi della degenerazione — *Parte Seconda:* Teorie d'altri psicologi sul genio: 1. Isteria e genio secondo Myers — 2. Paranoia e genio secondo Roncoroni — 3. Genio e degenerazione secondo Arndt — Genio e follia secondo Del Greco — *Parte Terza:* Nuovi genii alienati: 1. Beccaria — 2. Leopardi — 3. Alfieri — 4. Tasso — 5. Byron — 6. Dante Gabriele Rossetti — 7. La epilessia di Napoleone — 8. Zola — 9. Edgardo Allan Poe — 10. Quincey — 11. Nuove prove della pazzia di Comte — 12. Altri genii nevrotici — *Parte Quarta:* Nuove prove dell'anomalia nel genio — *Parte Quinta:* L'impronta della pazzia nelle opere dei genii: 1. Altri pittori alienati riconosciuti dalle loro opere — 2. La pazzia nelle opere di Tasso — 3. La pazzia nelle opere di Colombo — 4. La pazzia nelle opere di E. Poe — 5. Un pazzo divenuto poeta — *Parte Sesta:* Polemiche scientifiche: 1. Nordau — 2. Wagner — 3. Nuove obbiezioni — 4. Mario Pilo — 5. G. Segrè — 6. Renier — 7. Tanzi — 8. Mantegazza — 9. Toulouse — 10. A. Morselli — 11. A. Flechsig — 12. Reforgiato — 13. Mingazzini — *Appendice prima:* Anatomia patologica di L. Byron — *Appendice seconda:* Manifestazioni artistiche accessuali in una bambina.

« Biologica » Vol. II - N. 3

Istituto di Zoologia e di Anatomia e Fisiologia comparate della R. Università di Cagliari
diretto dal Prof. Ermanno Giglio-Tos.

Dott. ERMANNO GIGLIO-TOS

Sull'interpretazione morfologica e fisiologica degli Infusorî

INTRODUZIONE

Uno scritto del Dott. Enriques (1), pubblicatosi qualche mese fa su questo periodico, relativamente al significato morfologico e funzionale del macronucleo e del micronucleo degli Infusorî ha richiamato la mia attenzione su di un argomento che altrove ebbi già occasione di trattare (2), e sul quale non parmi fuor di proposito ritornare ora, onde svolgere più ampiamente quelle idee che passarono, a quanto m'accorgo, inosservate, ma che mi sembrano non prive di un certo valore nell'interpretazione della morfologia e della fisiologia degli Infusorî.

È cosa fuor di dubbio che, se noi consideriamo il corpo degli Infusorî come costituito di una sola cellula, la presenza in essa di due nuclei, diversi per forma, per grandezza ed anche per struttura, il macronucleo ed il micronucleo, ingenera nel nostro pensiero, con le nostre attuali idee sulla struttura cellulare, una certa confusione e nasce spontaneo il dubbio quale dei due nuclei abbia ad essere considerato come il rappresentante vero del nucleo cellulare dei Metazoi e quindi a quale altro corpo della cellula di questi animali possa essere reso omologo l'altro nucleo degli Infusorî.

---

(1) Enriques P. — Il dualismo nucleare negli infusorî ed il suo significato morfologico e funzionale, in: “ *Biologica* „, vol. I., n. 17, 1907, p. 325-351.

(2) Giglio-Tos E. — Les Problèmes de la Vie — *III.*e *Partie* — La fécondation et l'hérédité — Cagliari 1905 — chap. XII. — Le rajeunissement des Infusoires.

Di qui quelle varie interpretazioni proposte da molti Biologi che si occuparono di questo argomento e che l'Enriques espone sommariamente nel suo lavoro sopracitato.

Ma io mi sono chiesto molte volte e mi chiedo tuttora, se proprio dobbiamo ammettere assolutamente l'unicellularità degli Infusorî, se cioè esistano ragioni imprescindibili perchè si debba ritenere che il corpo di tali animali sia formato di cellula unica.

La quistione, come si sa, non è nuova. Essa nacque fin dall'istante in cui si scoprì e si dimostrò ad evidenza la natura veramente nucleare del micronucleo, ma è certo che dalla sua risoluzione nell'uno o nell'altro senso dipende l'interpretazione degli altri interessanti fenomeni della coniugazione e della fecondazione ed è pure evidente che l'accordo fra i Biologi su questi problemi non potrà mai essere raggiunto se quella prima quistione non si sarà risolta. poichè naturalmente ben diverse sono le conseguenze a cui si giunge a seconda che si ammette o no l'unicellularità di questi esseri.

Vediamo dunque anzitutto quali sono le ragioni che militano in favore di coloro che sostengono l'unicellularità degli Infusorî.

I.

Unicellulari o pluricellulari? — Omologia dei nuclei. — Macronucleo ed ergastoplasma. — Corpo vitellino e paranucleo.

Non possiamo certo non convenire che l'apparenza almeno sta per costoro. Per quanto si sieno perfezionati i mezzi di ricerca microscopica, pur tuttavia non ci è stato possibile finora mettere in evidenza una qualsivoglia formazione che accenni ad una divisione del corpo degli Infusorî in parti che possano essere interpretate come cellule. Anche in quei casi in cui il macronucleo è visibilmente moniliforme, come negli *Stentor*, e parrebbe quasi accennare ad una divisione in più macronuclei, od in quegli altri in cui esso è addirittura diviso in frammenti, come si osserva in alcuni Infusorî e come Russo e Di Mauro (1) dimostrarono per *Cryptochilum echini;* anche in questi casi la molteplicità dei macronuclei non è accompagnata da nessun fenomeno che lasci dubitare una corrispondente molteplicità del citoplasma. Ragione per cui il corpo di questi Protozoi ci appare sempre come formato di un'unica cellula.

Dato e concesso dunque che il corpo degli Infusorî non rappresenti che una sola cellula, viene spontaneo il chiedersi a quale parte delle cellule dei Metazoi possano corrispondere il macronuleo ed il micronucleo. Poichè, se si suppone che il rappresentante del nucleo cellulare dei Metazoi sia il macronucleo, rimane a dimostrarsi a quale altra parte corrisponda il micronucleo: se per contro si suppone che questo rappresenti il nucleo delle cellule dei Metazoi, rimane allora a ricercare a che cosa possa esser reso omologo il macronucleo.

La prima era di tutte le supposizioni la più naturale, la più verosimile, la più logica e nacque di fatto spontaneamente e fu dai più accolta favorevolmente. Non solo per la struttura, ma anche per il comportamento generale con i più comuni reagenti usati nella tecnica microscopica, il macronucleo, non lo si può negare, ha col comune nucleo cellulare moltissimi, e starei per dire, tutti i punti di somiglianza. L'esser talvolta la cromatina riunita in ammassi più o meno omogenei senza presentare un reticolo così distinto come si osserva nella maggior parte dei nuclei non può avere importanza, visto che tale stuttura si presenta anche in quei nuclei dei Metazoi sulla cui natura nucleare non solleviamo alcun dubbio. Sta intanto il fatto, che parmi invece d'importanza capitale, che la sua colorabilità è pur sempre quella medesima che riteniamo a ragione come indizio della sua natura chimica. È bensì vero, che durante la divisione del macronucleo noi non vediamo comparire quelle figure che sappiamo caratteristiche della cariocinesi, ma, se noi pensiamo che, in alcuni casi, la divisione diretta si osserva benissimo anche in nuclei delle cellule dei Metazoi, noi siamo costretti a riconoscere che la mancanza di una vera cariocinesi non può essere ritenuta come sufficiente per negare al macronucleo la sua omologia con un vero nucleo comune.

---

(1) Russo A. e Di Mauro S. — Frammentazione del macronucleo nel *Cryptochilum Echini* (Maupas) e sua significazione per la senescenza degli Infusorî, in: *Boll. Accad. Gioenia di Scienze naturali in Catania* — Fasc. LXXXXIV — 1905.

Nel dare alcuni anni fa una interpretazione della citodieresi (1) io feci fin d'allora rilevare, come in generale i Biologi scambino facilmente in questo caso due particolarità del fenomeno che sono invece da distinguersi nettamente. Voglio dire cioè la divisione in se stessa e le figure che l'accompagnano, fenomeni che sono assolutamente indipendenti l'uno dall'altro come allora dimostrai e come è facile convincersi.

Qualunque sia l'interpretazione che si voglia dare della divisione cellulare, se anche non si vuole accogliere quella da me proposta che parmi l'unica capace finora di risolvere tutte le quistioni annesse e di darci spiegazione di tutti i fenomeni inerenti ad essa senza bisogno di ricorrere ad ipotesi speciali, sta pur sempre che le figure che accompagnano la citodieresi sono dipendenti dalla disposizione che assumono le particelle del protoplasma, e naturalmente, stando a quanto finora sappiamo, quelle particelle che oggidì siamo in grado di rendere evidenti con i nostri mezzi di colorazione.

Ciò premesso è evidente che, se le disposizioni di queste particelle sono diverse, diverse saranno pure le figure che ne risulteranno nella divisione, le quali naturalmente, a cominciare da un certo istante, non risulteranno da altro che dal duplicarsi delle disposizioni delle singole particelle nelle due cellule che stanno per nascere. Di questo è facile persuadersi quando si esaminino le figure che si trovano nel sopra citato mio lavoro, dove ebbi precisamente in mira di far rilevare, come esse appaiono diverse per il nucleo e per il citoplasma, appunto perchè diverse sono le disposizioni delle loro relative particelle, e come le figure caratteristiche della cariocinesi sieno dipendenti dalla disposizione reciproca che assumono le particelle del nucleo e quelle del corpo cellulare.

---

(1) Giglio-Tos E. — Les Problèmes de la vie — I.e Partie — La substance vivante et la cytodiérèse — Turin 1900.

Ma, qualunque sieno queste figure, esse sono pur sempre indipendenti dalla divisione, nel senso che non sono esse, come generalmente si tende a credere, che provochino la citodieresi, ma è al contrario quest'ultima che ne è la loro causa diretta Ciò vuol dire che la divisione può ugualmente avvenire con figure differenti e con qualsivoglia disposizione delle particelle, onde, a mio parere, errano coloro che, avendo ottenuto, o con l'azione magnetica di una calamita, o con quella elettrica la formazione di figure che ricordano quelle del fuso cariocinetico, credono con ciò di avere dato una spiegazione della divisione cellulare. La somiglianza di tali figure non è dovuta ad altro che alla disposizione raggiata che assumono le particelle intorno ad un punto che esercita su di esse un'attrazione, e, se questi punti sono due, niente di più naturale che l'incontro delle radiazioni derivanti dall'uno e dall'altro formino incontrandosi un fuso. Sieno adunque questi punti i due poli di un magnete o sieno i due elettrodi di una pila, essi potranno con la loro attrazione dare alle particelle su cui agiscono una disposizione che ricorderà più o meno quella caratteristica della cariocinesi, ma non potranno con ciò spiegarci la divisione, che è un fenomeno meccanico ben differente. Noi potremo, è vero, chiederci perchè le particelle della cellula sieno così disposte raggiatamente intorno al corpuscolo centrale od al centrosoma, noi potremo anche ammettere che questo eserciti su di esse una attrazione, qualunque essa sia, ma in tal caso noi affrontiamo un altro problema ben diverso da quello che ci occupa, da quello cioè del fatto meccanico della divisione cellulare. Noi affrontiamo il problema della ricerca della causa della struttura cellulare, la quale, nella quistione che ci interessa, è assolutamente indifferente, e che potrà essere oggetto di ricerche ulteriori assai più astruse, giacchè, trattandosi evidentemente in questo caso di azioni reciproche molecolari delle particelle costituenti la cellula, noi penetriamo così nell'ignoto campo delle forze di attrazione molecolare che agiscono non solo nelle cellule ma in tutti i corpi indistintamente. Noi ci poniamo allora un problema analogo a quello del fisico o del chimico che desiderasse conoscere il perchè della forma cristallina di una data sostanza. Ma tutto questo, come si vede, non ha rapporto alcuno con il fatto che ci interessa della divisione della cellula e del nucleo.

Per tutte queste ragioni io non posso credere che la mancanza di una vera cariocinesi nella divisione del macronucleo sia sufficiente per indurci a dubitare della sua omologia col nucleo cellulare dei Metazoi, tanto più poi se si considera che, anche in questi ultimi, i casi di divisione diretta del nucleo sono tutt'altro che rari

Se dunque noi vogliamo giudicare della natura del macronucleo in base ai dati più comuni, più verosimili e più palesi, senza ricorrere a confronti con altre parti della cellula, confronti che, volere o no, appaiono molto forzati, noi dobbiamo ritenere che esso rappresenti veramente il nucleo comune delle cellule dei Metazoi, per quanto più o meno modificato. E la spontaneità di questa omologia ci spiega del resto perchè essa prevalga fin qui e sia condivisa da quasi tutti i Biologi.

Ma se così è, sempre che si ammetta l'unicellularità degli Infusorî, sorge allora l'altra quistione della ricerca dell'omologia del micronucleo, e non vi è quindi a stupire se Heidenhain prima e poi Lauterborn e Schaudinn ricorsero al centrosoma, condottivi da due ragioni, cioè dalla mancanza di un simile organo negli Infusorî, a quanto finora si sa, e dalla mancanza nelle cellule dei Metazoi di qualsiasi altra parte che ad esso potesse venir resa omologa.

Ma, anche in questo caso, noi ci troviamo di fronte ad una omologia che ci appare molto forzata e che non regge alla critica. Anche senza volere scendere nel campo delle ipotesi per dimostrare, come fa Enriques, che la derivazione filetica del microcentro dal micronucleo non è verosimile, basta il semplice paragone della struttura e del comportamento del micronucleo con il centrosoma per dimostrarci che si ha da fare con due organi diversi. Ormai è dimostrato di fatto che il micronucleo presenta una cromatina, individualizzata in cromosomi, che si colora come la comune cromatina degli altri nuclei dei Metazoi; che presenta nelle sue divisioni una cariocinesi tipica, che insomma ci appare come un ve o nucleo. Nè la sua piccolezza può essere considerata come ragione sufficiente per negare la sua natura nucleare, se noi pensiamo che nuclei altrettanto e anche più piccoli si trovano in molti organismi senza che perciò si sia pensato menomamente di dubitare della loro omologia con gli altri nuclei. Volere dunque negare al micronucleo la sua natura nucleare è altrettanto strano e illegittimo quanto negarla al macronucleo.

Così la pensano di fatto i più e così crede giustamente anche l'Enriques. Ma in tale caso, che cosa diventa il macronucleo per coloro che ritengono il corpo dell'Infusorio formato di una cellula sola?

A questo punto Henneguy ed Enriques ricorrono a speciali formazioni plasmatiche che si ritrovano in molte cellule dei Metazoi, paragonando il macronucleo degli Infusorî al corpo vitellino, od ai paranuclei, ai cosìdetti pseudocromosomi, ai mitocondri, e in generale a quei corpi estranucleari che Garnier e Bouin designarono col nome di ergastoplasma e che Prenant credette di poter raggruppare sotto la designazione di protoplasma superiore, alludendo alla funzione secretrice elevata di cui si suppone che essi sieno la base morfologica.

Esaminiamo brevemente questi raffronti.

Finchè si tratta di paragonare il macronucleo col corpo o nucleo vitellino del Balbiani il confronto, almeno dal punto di vista morfologico, può essere sostenuto. Il corpo vitellino, com'è noto, appare talvolta con una struttura reticolare che ricorda da vicino quella di un comune nucleo e si mostra costituito di una speciale sostanza che si tinge con gli stessi colori che tingono la cromatina. Se non che si tratta molto probabilmente di una somiglianza più apparente che reale, tanto che lo stesso van Bambeke(1) che ebbe a studiare il corpo vitellino di *Pholcus phalangioides*, nel quale esso assume più che in qualsiasi altro animale una forma ed una struttura certamente molto somiglianti a un nucleo, nel riferire (pag. 531) il paragone di Henneguy tra il corpo vitellino ed il macronucleo degli Infusorî ciliati così si esprime: « Je ne veux pas me prononcer sur la « valeur de cette comparaison, basée sur un *prétendue* « similitude du rôle et de la destinée de ces éléments, mais, « en la supposant exacte, on pourrait la pousser plus loin, « en montrant que le macronucleus, de même que le corps « vitellin, est très sujet à varier ».

Come si vede, egli non nega che, volendo, si possa tra i due corpi trovare una certa analogia nella forma e nel comportamento, ma lascia facilmente scorgere che non presta troppo fede a questa pretesa similitudine dell' Henneguy.

Del resto, il corpo vitellino, come formazione che presenti una così evidente somiglianza con un nucleo, non si trova che nelle uova di pochi animali, per quanto finora ci è noto. È bensì vero che altri corpi sono stati designati e descri ti in molte uova con questo stesso nome, e non nego che probabilmente rappresentino, anche dal punto di vista fisiologico, il corpo vitellino, ma in questi casi la analogia di struttura e di colorabilità del nucleo è assai più difficile a dimostrarsi, e il confronto tra questi corpi vitellini ed il macronucleo degli Infusorî incontrerebbe certamente ostacoli assai più gravi.

Se poi si considerano i rapporti fisiologici che il macronucleo ed i corpi vitellini possano avere col resto della cellula, non si può disconoscere che, per quanto finora poco sì sappia su questo argomento, tuttavia ogni analogia difficilmente può reggersi. Pare di fatto che i corpi vitellini abbiano speciale parte, diretta od indiretta, nella formazione del vitello dell'uovo, e ciò ci spiegherebbe perchè essi si trovino solamente in tale sorta di cellule, accompagnino o precedano la comparsa del vitello. Ma negli Infusorî nulla finora si è osservato che lasci dubitare di una analoga funzione del macronucleo.

---

(1) Van Bambeke Ch. — Contribution à l'histoire de la constitution de l'oeuf — III. Recherches sur l'oocyte de *Pholcus phalangioides* (Fuessl), in: *Archives de Biologie* — Tom. XV - 1897.

Enriques supera questa difficoltà rendendo omologo il corpo vitellino alle formazioni ergastoplasmatiche delle altre cellule e più specialmente al nucleo accessorio o paranucleo osservato in molti spermatidi. Così che, come appare chiaramente da quanto egli dice, « il corpo vitellino corrisponde evidentemente al macronucleo di uno dei due gameti Infusorî, prima della coniugazione; il nucleo accessorio della cellula germinale maschile al macronucleo dell'altro gamete » (pag. 338). Dal che si deduce che egli rende omologo al nucleo accessorio o paranucleo, sia il corpo vitellino, sia il macronucleo degli Infusorî.

In questa interpretazione egli fu preceduto da Czermak (1) il quale ritiene esplicitamente i mitocondrî e i centrioli disintegrati, come isologi (rappresentanti) del giovane macronucleo degli Infusorî in neo-formazione dopo la coniugazione.

Ma io non so davvero se questa omologia possa essere accolta. È bensì vero che con il nome di ergastoplasma si vollero insieme raggruppare tutte queste formazioni plasmatiche estranucleari, ma non è men vero che già fin d'ora si può prevedere che in realtà si tratta di parti, per quanto enigmatiche, tuttavia ben distinte per parecchi caratteri.

Il paranucleo o nucleo accessorio delle cellule seminali maschili non mostra per esempio per le sostanze coloranti nucleari quella tingibilità che è invece così caratteristica della cromatina. Così che sotto questo punto di vista si può ben dire che differisce notevolmente e dal macronucleo e dal corpo vitellino. E sebbene taluni abbiano in certi casi, con metodi speciali, potuto mettere in evidenza parti che si colorano, bisogna però pur riconoscere che si tratta di una tendenza a colorarsi diversa da quella della cromatina, visto che con i soliti coloranti cromatinici esse non si mettono in evidenza. Il che dimostra che la loro natura è ben differente per lo meno da quella della cromatina e quindi anche da quella della sostanza cromatica del macronucleo.

---

(1) Czermak N. — Die Mitochondrien des Forelleneies, in: *Anat. Anz.* Bd. XX — 1901 — pp. 158-160.

Ciò è vero per esempio ancora per i mitocondrî che col metodo di Benda si possono mettere in evidenza, e per i pseudocromosomi rivelati e descritti da Heidenhain negli spermatociti di *Proteus anguinus*. Ma in tali casi devesi notare che si tratta di metodi speciali di colorazione con i quali si tinge, non solo la cromatina, ma tutto il protoplasma della cellula senza alcuna distinzione e si ottiene in seguito il differenziamento delle parti decolorando convenientemente. Il risultato di questi metodi non è adunqne basato, come più comunemente avveniva finora nella tecnica microscopica, su di una particolare elettività della cromatina per certe sostanze coloranti, indizio per quanto grossolano di una speciale sua natura chimica, ma sulla difficoltà maggiore o minore che le parti della cellula oppongono a perdere la colorazione data loro in precedenza. Ed in tal caso questa difficoltà a decolorarsi non può più essere apprezzata come criterio esatto per giudicare della natura chimica delle sostanze che la presentano. Ciò è tanto vero, che, in uno stesso preparato si vedono talora sostanze speciali che con la cromatina non hanno sicuramente nulla di comune e che pure presentano quanto questa una resistenza notevole alla decolorazione.

Per tutte queste considerazioni parmi dunque che, se la pretesa omologia del macronucleo degli Infusorî col corpo vitellino può essere, dentro certi limiti, sostenuta e difesa, quella del macronucleo con il paranucleo o nucleo accessorio o con qualsivoglia delle altre formazioni plasmatiche che vanno sotto la denominazione di ergastoplasma non sia assolutamente sostenibile.

II.

Pluricellularità degli Infusorî. — Ragioni pro' e contro. — Struttura degli Infusorî. Microcito, Macrocito e Macrocitode. — Loro rapporti e funzioni. — Omologia di queste parti con quelle dei Metazoi. — Parallelo fisiologico. — Conclusione.

Appare evidente da quanto finora si è detto chele gravi difficoltà che si oppongono ad una semplice ed esatta interpretazione delle omologie del macronucleo e del micronucleo degli Infusorî con parti corrispondenti delle altre cellule, derivano dal voler considerare il corpo di questi animali come costituito di un'unica cellula. Io mi proporrò ora di dimostrare, come altrove feci (1), che tali difficoltà si possono superare molto semplicemente, purchè si supponga che il corpo degli Infusorî risulti formato di almeno due cellule.

Vediamo anzitutto quali ostacoli si oppongono ad una simile supposizione.

Come già dissi, gli Infusorî vengono considerati dai più come animali unicellulari per la sola ragione che non si vedono nel loro corpo divisioni di sorta che ci lascino ragione di dubitare della loro unicellularità. È d'uopo confessare di fatto che nessuna altra ragione abbiamo per sostenere una simile idea. Ma è dessa sufficiente?

Non si può negare che, stando alle nostre attuali cognizioni e ai mezzi di indagine di cui disponiamo, non si ha motivo per oppugnare validamente una simile tesi. Il concetto di uni o di pluricellularità è, per ora almeno, legato nella nostra mente alla presenza di sepimenti o di membrane più o meno visibili che dividano le cellule l'una dall'altra, e che diano ad esse un carattere evidente di individualità. Ma ci possiamo chiedere anzitutto se questo concetto sia assolutamente e irrefragabilmente esatto, perchè, se anche un solo caso si conoscesse, in cui la pluricellularità indiscutibile di un essere non ci si rivelasse nel modo solito, esso perderebbe evidentemente il suo valore.

---

(1) Giglio-Tos E. — Les Problèmes de la Vie — III.e Partie La fécondation et l'hérédité — Cagliari — 1905 — Chap. XII.

Ora esempi simili non ci mancano. È noto che nel gruppo dei Missomiceti i singoli individui amebiformi non solo si accostano semplicemente l'uno all'altro, ma si fondono interamente fino a formare un grosso corpo amebiforme, un plasmodio, con numerosi nuclei. Certamente, chi osservasse un simile plasmodio e non sapesse che esso deriva dalla fusione di più cellule, sarebbe tratto a considerarlo come costituito di una cellula sola con più nuclei, per il semplice fatto che non è possibile scorgere separazione di sorta tra i singoli individui che hanno concorso alla sua formazione. Ma naturalmente cadrebbe in errore nella sua interpretazione.

E se è così in questo caso, perchè non possiamo ammettere che altrettanto avvenga in altri casi?

Il criterio che ci serve per giudicare oggidì della pluricellularità di un organismo, è un criterio, bisogna pur convenirne, troppo grossolano e troppo legato a quei mezzi di ricerca, affatto insufficienti per questo scopo che oggidì noi possediamo. Esso è troppo strettamente legato alla formazione appariscente di una membrana o di qualche altra cosa di anàlogo che segni una separazione visibile delle singole individualità cellulari, mentre è certo che questa individualità può tuttavia sussistere di fatto senza che ci apparisca così evidente

La formazione di una membrana, specialmente quando questa è semplicemente di natura protoplasmatica, come è il caso più comune negli animali, può dipendere da condizioni speciali anche esterne all'organismo. Loeb ha dimostrato con i suoi numerosi esperimenti di partenogenesi artificiale che la presenza di determinate sostanze provoca nelle uova la formazione di una membrana.

Del resto è anche noto che esistono tessuti, i sincizî, dove, sebbene non si possa in alcun modo render manifesta la divisione in singoli elementi cellulari componenti, pur tuttavia la pluricellularità della loro costituzione non viene menomamente messa in dubbio.

Hichson (1) che è egli pure partigiano della pluricellularità del corpo degli Infusorî, così scrive: « Many instances « could be quoted (striated muscle, nerver fibres) however, « in wich the cell outlines of both somatic and germinal « cells are ill-defined or absent, so that the tissues become « indistinguishable from multinuclear plasmodia. There can « be no reason, however, for caling such tissues unicellular « tissues ».

Per tutti questi motivi noi non crediamo dunque che l'apparenza unicellulare presentata dagli Infusorî possa essere ritenuta come prova indiscutibile che il loro corpo sia proprio costituito di una unica cellula e perciò non riteniamo contrario ad ogni buon principio scientifico il supporre che esso risulti formato di almeno due cellule. E questa supposizione acquista un valor maggiore quando si pensi che, partendo da essa, la morfologia e la fisiologia di questi Protozoi vi trova una facile e naturale interpretazione e l'omologìa delle parti del loro corpo con quelle dei Metazoi appare assai più semplice e più razionale che col supporli formati di una cellula sola.

Questo è ciò che tenterò di dimostrare nelle pagine seguenti, riferendomi a quanto già ebbi occasione di esporre altrove tre anni or sono. (2)

Secondo la mia interpretazione dunque ambedue i nuclei degli Infusorî sono da ritenersi perfettamenze omologi ai soliti nuclei dei Metazoi con i quali hanno in comune i caratteri di costituzione e di struttura. Ma il corpo in complesso dell'Infusorio è da ritenersi costituito delle parti seguenti:

1.° del microcito con relativo nucleo, il micronucleo;
2.° del macrocito con relativo nucleo il macronucleo;
3.° del macrocitode.

---

(1) Hichson S. I. — The Infusoria or corticata Heterokaryota, in: *A Treatise on Zoology* edited by E. Ray Lankester — London — 1903 — p. 393.

(2) Giglio-Tos E. — Les Problèmes de la Vie — III.e Partie — Chap. XII.

Vediamo quali sono le ragioni che possono legittimare un simile modo di interpretare il corpo dell'Infusorio.

Generalmente, quando si tratta di questi Protozoi, non si parla che di macronucleo e di micronucleo perchè si considera il resto del corpo come rappresentante il citoplasma corrispondente. Ma esaminata più minutamente la cosa in realtà è un po' differente e questa differenza è sufficiente per permetterci una interpretazione più facile e più chiara.

Tutti coloro che studiarono a fondo la particolareggiata struttura degli Infusorî non hanno trascurato di menzionare o di rappresentare nelle figure annesse ai loro lavori una speciale sostanza ialina che circonda la cromatina del micronucleo e sovente anzi il micronucleo appare come una sfericciuola di sostanza cromatica, allogata in un vacuolo di sostanza incolora, che il Maupas chiamò ialoplasma.

Taluni interpretano questa sostanza incolora come rappresentante l'acromatina dei soliti nuclei dei Metazoi, ma non si potrà negare che i rapporti suoi con la cromatina del micronucleo sieno un po' differenti da quelli che ha normalmente L'acromatina di fatto riempie nella maggior parte dei casi le maglie del reticolo cromatico, col quale rimane dunque sempre in intima connessione, mentre in questo caso sta all'esterno della sfericciuola di cromatina, che ne viene circondata, precisamente come il nucleo dei Metazoi è circondato dal citoplasma.

Se poi si considera il micronucleo durante le sue caratteristiche divisioni, l'esistenza di questa sostanza diviene assai più evidente, poichè la si vede prender parte attiva concorrendo a formare il fuso cariocinetico nello stesso modo che vi concorre il citoplasma nelle cariocinesi tipiche. Certo riesce assai difficile il potere stabilire, se questa sostanza ialina che circonda il micronucleo corrisponda, durante la divisione, alla parte del fuso cariocinetico di origine nucleare od a quella di origine citoplasmatica, ma questa stessa incertezza ci lascia liberi di interpretarla nell'uno o nell'altro modo e non ci vieta quindi di ritenerla non già come acromatina del micronucleo, ma come il suo corrispondente citoplasma. Ed in tal caso, poichè ci troviamo di fronte ad un corpicciuolo che presenta le parti essenziali di una cellula, il nucleo ed il citoplasma, perchè non dovremmo noi essere autorizzati a ritenerlo equivalente ad una vera cellula?

Considerazioni analoghe possiamo fare a proposito del macronucleo. Qui forse le cose si presentano alquanto meno evidenti, perchè il citoplasma che circonda il macronucleo, non avendo limiti netti di separazione dall'altra sostanza del corpo, passa insensibilmente a mescolarsi con essa. Tuttavia possiamo far rilevare come l'esistenza di una zona ialina intorno al macronucleo, indizio di questo citoplasma, ci è rivelata da molte delle figure che accompagnano i lavori di coloro che si occuparono di tale argomento. Ciò si scorge molto bene nelle figure annesse al ben noto lavoro del Maupas, e Bütschli (1) accenna precisamente a casi in cui simile strato citoplasmatico intorno al nucleo è bene evidente: « Der Macronucleus dieser Gattung (Isotricha) « wird von einer hellen, dünnen, plasmatischen Schicht « Kapselartigm uhüllt, welche in mehrere strangartiger Fäden « (Kariophoren) ausläuft. » Non è dunque improbabile che tale struttura esista pure negli altri Infusorî, sebbene non in tutti sia possibile metterla in evidenza.

Credo del resto che a questa medesima sostanza alluda pure l'Enriques, quando parla di uno spazio perinucleare visibile tanto intorno al macronucleo quanto intorno al micronucleo (pag. 329), poichè naturalmente in questo caso lo spazio s'intende sempre rappresentato da una qualche sostanza che lo occupa.

Anche in questo caso abbiamo dunque ragione nel considerare ciò che io chiamo il macrocito come una cellula, poichè di cellula ha sostanzialmente le parti costitutive. Devo tuttavia far osservare che, dicendo una cellula, io lascio irresoluta la quistione se il macrocito rappresenti una o più cellule, ben disposto anzi ad ammettere che in molti casi esso risulti probabilmente formato da più cellule morfologicamente riunite in una massa unica. A noi in questo caso e per la nostra tesi importa solo rilevare che la presenza di citoplasma e di nucleo imprime al macrocito il carattere di cellula e come tale lo possiamo giustamente ritenere.

---

(1) Bütschli O. — Protozoa, in: *Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs* — I Bd. — III Abth. — Infusoria — Leipzig — 1887-89 — p. 1493.

Ci rimane ora a vedere che cosa rappresenti ciò che io chiamo il macrocitode.

Se da tutto il corpo dell'Infusorio noi facciamo astrazione del microcito e del macrocito, ciò che ne rimane è la parte da me designata col nome di macrocitode.

Per bene intendere il significato morfologico e fisiologico di questo vocabolo noi dobbiamo riferirci alla struttura del corpo dei Metazoi ed analizzare un po' minutamente come debbano interpretarsi i loro caratteri somatici.

Noi sappiamo che durante lo sviluppo ontogenetico di un qualsivoglia Metazoo si ha la formazione di due sorta di cellule: le une, quelle generative o genetiche destinate alla riproduzione della specie, le altre, quelle somatiche alla formazione del soma. Da queste, è noto, dipendono i caratteri morfologici ed istologici.

Ora, se bene si pone mente al modo con cui questi ultimi si producono non ci è difficile convincersi che essi sono una produzione diretta delle cellule somatiche, un derivato del loro bioplasma.

Io feci appunto rilevare alcuni anni or sono (1) come nello studiare i fenomeni che caratterizzano lo sviluppo ontogenetico devesi tenere conto del modo con cui avviene il differenziamento istologico. Il che si ottiene esaminando minutamente l'istogenesi dei varî tessuti. Or bene questo esame ci dimostra che tale differenziamento consiste nella secrezione per parte della sostanza vivente, del bioplasma, di una sostanza chimica definita, la quale possiede proprietà speciali che sono appunto quelle stesse che caratterizzano il differenziamento. Così per esempio negli eritrociti la produzione dell'emoglobina, nelle cellule epidermiche quella della cheratina, in quelle adipose la secrezione del grasso ecc. sono fenomeni che costituiscono il loro speciale differenziamento istologico. E se da queste sostanze, che godono proprietà fisiologiche determinate, si passa agli elementi muscolari, si può constatare durante tutta la loro istogenesi la graduale formazione nei mioblasti di quella sostanza eminentemente contrattile che dà a tali elementi la loro importante funzione. Ma tale formazione è anch'essa una secrezione del bioplasma, poichè non è difficile constatare, come questo permanga tuttavia integralmente nell'elemento, anche quand'esso ha raggiunto il suo completo differenziamento.

---

(1) Giglio-Tos E. — Les Problèmes de la Vie — II.e Partie — L'ontogénèse — Cagliari 1903.

In ognuno di questi casi noi possiamo dunque constatare che negli elementi differenziati è sempre possibile distinguere due parti: una, costituita dalla sostanza vivente, dal bioplasma, risultante dall'insieme del nucleo e del citoplasma, nel significato più stretto di questo vocabolo; l'altra dalla sostanza prodotta dalla prima e che è caratteristica del differenziamento. Così che, come già fin d'allora facevo osservare, il soma di qualsiasi organismo risulta formato dalle sue cellule somatiche, ma queste alla loro volta sono composte di una sostanza vivente e di un'altra sostanza somatica.

Riferendoci ora con questi concetti alla morfologia degli Infusorî noi possiamo comprendere a che cosa equivalga quanto io designo col nome di macrocitode. Esso corrisponderebbe precisamente alle sostanze caratteristiche dei varî differenziamenti istologici dei Metazoi, e le parti differenti che lo compongono, i così detti organelli, rappresenterebbero dunque prodotti di derivazione della sostanza vivente del macrocito; ne sarebbero insomma i prodotti di secrezione, dotati di differenti e speciali proprietà fisiologiche analoghe a quelle che si possono riscontrare nei differenziamenti istologici dei Metazoi.

Con questa concezione i fenomeni di rigenerazione di parti asportate del macrocitode si comprendono di leggieri. Poichè la parte esportata del macrocitode è una produzione del macrocito, niente di più naturale che, permanendo questo, permanga nell'Infusorio anche la facoltà di produrre di nuovo la medesima sostanza con le inerenti sue proprietà.

Per tal modo il corpo di un Infusorio diventa perfettamente paragonabile a quello di un Metazoo e ciò senza necessità alcuna di omologie più o meno ipotetiche e forzate. Il microcito rappresenta le cellule genetiche; il macrocito trova i suoi corrispondenti nelle cellule somatiche dei Metazoi: il macrocitode nelle parti caratteristiche dei differenziamenti istologici di queste ultime.

Che questa omologia nasca spontanea e naturale lo prova il fatto che ad una interpretazione fondamentalmente uguale giunsero quasi contemporaneamente a me Russo e Di Mauro (1) senza aver conoscenza della mia e le mie vedute stesse coincidono quasi con quelle di Hickson esposte nel trattato di Zoologia sopra citato, (pag. 393), sebbene io non ne sia venuto a visione che in questi giorni.

Vediamo ora se questa omologia esaminata fin qui solamente dal punto di vista morfologico non incontri ostacoli di sorta sotto l'aspetto fisiologico.

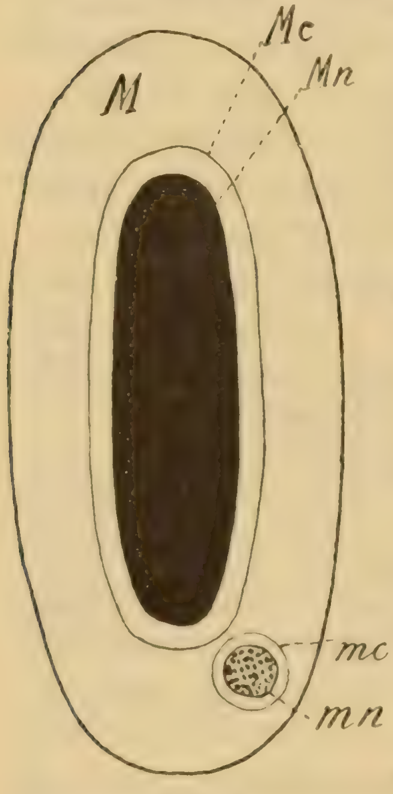


Fig. 1
Schema della struttura del corpo di un Infusorio secondo la nostra interpretazione — *M* = macrocitode *Mc* = macrocito con relativo macronucleo *Mn* — *mc* = microcito con relativo micronucleo *mn*.

Secondo la mia interpretazione il macrocitode non rappresenta dunque una cellula ma solamente le parti somatiche di una o più cellule, poichè la sostanza veramente vivente, il bioplasma, è rappresentato invece dal macrocito.

Ma se è così, ne segue necessariamente che le particelle costituenti con il loro insieme il macrocitode con tutti i differenziamenti che lo caratterizzano, non essendo viventi, non possono assimilare e quindi non possono dividersi (1). Il che, in apparenza almeno, è contrario a quanto in realtà avviene, potendo, come ben sappiamo, osservare frequenti le divisioni negli Infusorî.

---

(1) Russo A. e Di Mauro S. — Frammentazione del macronucleo ecc. loc. cit. — pag. 6.

Ma se bene si esamina il modo con cui queste così dette divisioni procedono, non ci è difficile scorgere che è per lo meno improprio il chiamarle tali. L'osservazione di un qualsivoglia Infusorio in divisione ci dimostra come il microcito ed il macrocito soli si dividono realmente, mentre il macrocitode va soggetto ad un altro fenomeno affatto differente.

Possiamo noi asserire per esempio che il citostoma, le vescicole pulsanti, le ciglia vibratili, tutti gli organelli insomma che formano le varie parti del macrocitode si dividano proprio? Se così fosse, ognuno dei due individui risultanti dalla divisione di un Infusorio dovrebbe possedere un citostoma derivante da una metà del citostoma dell'individuo primitivo, e altrettanto si dica delle ciglia vibratili, dei vacuoli pulsanti ecc. Ora ognuno sa che non è così.

---

(1) Si deve qui por mente ad una differenza che intercede tra il modo di comportarsi di queste sostanze somatiche e l'assimilazione della vera sostanza vivente, differenza che ho già fatto rilevare nella prima parte del mio lavoro sopracitato.

La vera sostanza vivente assimila, mediante una serie più o meno complessa di reazioni chimiche il cui risultato definitivo è, come allora dimostrai, lo sdoppiamento delle molecole e quindi delle particelle, dei biomori, fenomeno che poi conduce, come conseguenza, alla divisione della cellula. Questa vita io chiamai allora la « *vita di assimilazione* » ed il suo effetto è la produzione di un numero di particelle doppio del primitivo.

Invece quelle sostanze somatiche, come la sostanza contrattile, l'emoglobina ed altre, che si possono anche, ma impropriamente, chiamar vive, compiono solamente la così detta da me « *vita di ricambio* » che consiste bensì nell'assunzione di nuovi gruppi atomici, ma questa assunzione non fa che riparare le perdite subite durante la loro speciale funzione fisiologica. Essa non provvede dunque che al reintegramento della sostanza stessa nella sua primitiva costituzione chimica, senza tuttavia aumentare la sua quantità. Il risultato finale di questa vita di ricambio non è dunque la produzione di un numero doppio di particelle, ed è perciò ben diverso da quello della vita d'assimilazione. Le sostanze somatiche non si dividono dunque, e se l'aumento di esse avviene, come in realtà succede, esso procede però sempre dalla sostanza vivente, dal bioplasma, che è la fonte della sua produzione.

Quando invece un Infusorio sta dividendosi, il macronucleo ed il micronucleo si dividono veramente nel significato esatto della parola, ed i due individui risultanti posseggono per ciò un macronucleo ed un micronucleo che è la metà di quello dell'individuo primitivo nell'istante in cui ha iniziato la divisione, ma gli organelli non si dividono affatto. Essi si formano invece *ex novo,* così che uno dei due individui possiede un citostoma nuovo, vescicole pulsanti nuove, ciglia vibratili nuove, ecc. Non si tratta dunque per questi parti di una divisione ma di una nuova formazione, di una nuova produzione che ha la sua sede nel macronucleo della cui attività formatrice esse sono le manifestazioni.

Una distinzione netta tra divisione e neoformazione è dunque necessaria in questo caso, perchè è sufficiente per mutare interamente l'interpretazione del fenomeno della divisione degli Infusorî quale generalmente viene considerata. Noi vediamo di fatto che, così presentato, il comportamento del macrocitode viene ad essere, anche da questo punto di vista fisiologico, perfettamente analogo alle varie sostanze somatiche del corpo dei Metazoi.

Quanto al macrocito gli esperimenti di merotomia con la susseguente rigenerazione delle parti esportate parlano assai eloquentemente per dimostare che esso si comporta in modo analogo al nucleo delle cellule somatiche dei Metazoi, nei suoi rapporti col macrocitode.

Che il macronucleo presieda alle funzioni somatiche è cosa del resto sostenuta da lunga data e ammessa dai più dei Biologi; e le osservazioni fatte, dal Bütschli in poi, tendono unanimi a confermare questa tesi. È bensì vero che Enriques nel sopra citato lavoro (pag. 329) vorrebbe sminuire un po' il valore di queste ricerche e dei loro risultamenti, ma appare evidente dalle sue parole che le armi gli cadono di mano quando si accinge ad una simile impresa. Ma, se anche vi riuscisse, egli non farebbe che gettar pietre nel proprio orto, poichè, siccome nella sua interpretazione, egli ritiene, come vedemmo, il macronucleo omologo all'ergastoplasma delle cellule dei Metazoi, verrebbe implicitamente a negare al macronucleo quelle facoltà stesse che si attribuiscono all'ergastoplasma, e quindi non avrebbe più ragione d'essere l'omologia da lui sostenuta.

Ma anche nella sua origine il macrocito mostra una perfetta omologia con i nuclei somatici dei Metazoi. Nello stesso modo che in questi dall'uovo, cellula genetica, derivano per segmentazione le cellule somatiche, così dal microcito si formano in seguito alle sue divisioni altri microciti che diventano per differenziamento intimo dei macrociti. Ciò si osserva seguire ad ogni fenomeno di coniugazione, quando il vecchio od i vecchi macrociti scompaiono ed ha luogo la formazione di un nuovo o di nuovi macrociti. Ma altrettanto si è pure osservato in quei casi di sporulazione che si conoscono.

Quando sotto l'influsso di speciali circostanze un Infusorio si incistida, le spore che escono dalla cisti, sia in *Colpoda,* sia in *Holophrya* sono corpicciuoli minutissimi che presentano un solo piccolo nucleo. Molto probabilmente queste spore rappresentano altrettanti microciti isolati. Certo è che al loro nascere non posseggono nè macronucleo nè parti alcune del macrocitode, precisamente come l'uovo dei Metazoi non mostra alcuna delle parti somatiche del futuro organismo che si svolgerà dal suo sviluppo. Solo più tardi, dalle divisioni del microcito contenuto nelle spore prenderanno origine altri microciti che evolveranno in macrociti e questi produrranno a poco a poco i varî organelli e così andrà via via formandosi il macrocitode, così come le cellule somatiche dei Metazoi vanno via via differenziandosi come le osservazioni sull'istogenesi lo dimostrano.

Non rimane dunque che a dimostrare l'omologia tra il microcito e le cellule genetiche dei Metazoi anche sotto l'aspetto fisiologico. Che il microcito contenga il così detto plasma germinativo e quindi corrisponda fisiologicamente alle cellule genetiche è cosa da tutti ammessa, e non è quindi il caso di spendere parole per dimostrarlo. Invano si cercherebbe di dare ai ben noti fenomeni intimi della coniugazione, dove il microcito ha tanta parte, un'interpretazione diversa. Il che non significa però che il microcito non possa assolutamente avere altro rapporto fisiologico nell'Infusorio.

Giustamente osserva Enriques che l'asserire che « il micronucleo non abbia influenza nella nutrizione, restando « tale influenza limitata al macronucleo, è di tutte le altre « l'affermazione più azzardata, quella che non ha assoluta« mente nessuna prova in suo favore. » (pag. 327). Noi sappiamo per esempio in modo positivo che lo sviluppo delle cellule genetiche dei Metazoi in molti casi non è senza influsso sul soma; che anzi soventi volte questo influsso è grande come stanno a dimostrarlo i caratteri sessuali secondarî. Non è dunque improbabile che altrettanto possa avvenire negli Infusorî e quindi che il microcito eserciti un'azione non indifferente anche sullo sviluppo del macronucleo o del macrocitode in qualche caso almeno. Ciò non è finora dimostrato, ma, se anche lo fosse, non menomerebbe per nulla l'omologia da noi stabilita, nello stesso modo che tale omologia non è per nulla infirmata dal fatto che la vita dell'Infusorio è possibile anche quando venga privato del microcito, come Maupas (1) già da tempo ha dimostrato. Noi ci troviamo qui in presenza di un caso perfettamente analogo a quello di un Metazoo privato dei suoi organi sessuali, e noi sappiamo che, nonostante questa privazione, le funzioni fondamentali del soma si compiono ugualmente.

In conclusione noi vediamo dunque, che gli ostacoli gravissimi che sorgono nello stabilire l'omologia delle parti di un Infusorio con quelle di un Metazoo, volendo considerare l'Infusorio come un essere costituito di una cellula sola, ostacoli che conducono per forza a sostenere omologie non spontanee e non naturali, cadono completamente, se invece abbandoniamo l'idea dell'unicellularità e consideriamo l'Infusorio come formato di almeno due cellule. In questo caso l'omologia tra le parti di Infusorio e quelle di un Metazoo non potrebbe essere più perfetta, specialmente poi se questa omologia viene stabilita sulle basi che io ho esposto considerando cioè l'Infusorio come formato del microcito, del macrocito e del macrocitode con il significato che io ho dato a questi vocaboli, come sopra è stato lungamente dimostrato.

---

(1) Maupas E. — Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés, in: *Arch. de Zool. expérim.* II.e série — Tom. VI. 1888 — pag. 259.

III.

Parallelo tra gli Infusorî ed i Metazoi. — Sessualità degli Infusorî. — Loro preteso ermafrodismo. — Conseguenze assurde. — Coniugazione e fecondazione.

A meglio suffragare la nostra tesi, già così luminosamente dimostrata dalle considerazioni su esposte dal punto di vista morfologico e fisiologico, gioverà ancora tuttavia stabilire un parallelo tra l'evoluzione ciclica dei Metazoi e quella degli Infusorî. Ciò intendo fare nelle pagine seguenti, riferendomi anche qui a quanto già ebbi occasione di esporre tre anni or sono nella terza parte del mio lavoro « Les Problèmes de la Vie ».

È noto che, salvo quei casi, come nei Vorticellidi, in cui una differenza sessuale tra gli individui che si coniugano è resa palese da una corrispondente differenza morfologica, tutti gli altri Infusorî vengono generalmente considerati come individui ermafroditi. Ma anche su questo punto noi ci possiamo chiedere se tale credenza abbia ragione di essere.

La differenza del sesso nei Metazoi ci è manifesta con caratteri di due ordini: anzitutto con la produzione delle due sorta di cellule sessuali, e quindi dalla presenza delle due qualità differenti di organi riproduttori, e sono questi i caratteri sessuali primari o fondamentali; in secondo luogo dalle differenze somatiche corrispondenti e sono questi i caratteri sessuali secondarî.

Ora l'importanza di questi ultimi è senza alcun dubbio minima nel giudicare del sesso, e noi conosciamo esempî in tutti i gruppi del regno animale dove essi mancano affatto. Il che ci dimostra che la sessualità, se in molti casi ci si rivela con caratteri morfologici somatici, è però indipendente da questi, e che la sua vera essenza consiste nella presenza delle cellule sessuali e degli organi che le producono. L'asserire dunque che due Infusorî che si coniugano non sono di sesso diverso per il solo fatto che il loro corpo non ci mostra differenze sessuali, e perciò manca di caratteri sessuali secondarî, sarebbe cosa altrettanto avventata ed inesatta quanto se noi affermassimo che due Metazoi che si accoppiano non sono differenti nel sesso perchè il loro soma non ci rivela questa differenza con caratteri morfologici.

Da ciò appare dunque evidente che la credenza generale dell'ermafroditismo degli Infusorî non ha, sotto questo punto di vista, fondamento alcuno, nè può essere giustamente e scientificamente preferita a quella della loro unisessualità.

Nei Metazoi, la mancanza di caratteri sessuali secondarî è però largamente compensata dalla presenza dei caratteri sessuali primarî, delle cellule sessuali, che ci si rivelano con forma tale che la loro distinzione in cellule maschili o femminili non può lasciar dubbio di sorta. Ma non è così negli Infusorî, dove il micronucleo non ci ha lasciato scorgere finora una differenza qualsiasi che possa essere interpretata come una differenza di sesso. A rigor di logica non abbiamo dunque ragione di considerare i microciti dei due Infusorî coniuganti come differenti sostanzialmente e perciò dobbiamo ritenerli uguali di sesso.

Coloro dunque che hanno e sostengono questa opinione hanno ragione, almeno in apparenza, e siamo volentieri disposti a concedergliela, ma la coerenza vuole che lo stesso metodo di ragionamento sia rigorosamente seguito fino alle sue estreme conseguenze. Il che però essi non fanno.

Se è vero che l'uguaglianza dei micronuclei di due Infusorî coniugati è motivo sufficiente per ritenere che essi non sieno sessualmente differenti, dobbiamo pure ammettere di necessità che non sieno neanche differenti di sesso i micronuclei che migrano da quelli che permangono nell'Infusorio, poichè tra questi due non è possibile trovare differenza alcuna, come pure, per quanto io mi sappia, differenza alcuna non è stata scorta tra il micronucleo del microgamete e quello del macrogamete nei Vorticellidi.

È bensì vero che i micronuclei migranti mostrano con la loro migrazione un comportamento fisiologico diverso da quelli sedentarî, ma questo fatto non è, a mio parere, sufficiente per attribuire a loro la sessualità maschile, come generalmente si fa. Che nei Metazoi l'elemento sessuale più mobile e migrante sia quello maschile è cosa da non mettersi in dubbio, ma l'analogia non può essere portata così di peso nel campo degli Infusorî, tanto più se si considera che fra i Protisti sono comunissimi i casi di isogameti nei quali il moto è altrettanto sviluppato nell' uno quanto nell'altro.

Se anche si vuol concedere che sieno nel retto raziocinio coloro che ritengono i micronuclei degli Infusorî coniugati come equipollenti, perchè morfologicamente uguali, non si può tuttavia negare che essi stessi menomano l'importanza del loro argomento principale quando ammettono differenze sostanziali di sesso in micronuclei pur essi uguali, almeno in apparenza. Il che ci permette di poter sostenere, con ragione altrettanto valida quanto la loro, l'idea perfettamente opposta, che cioè i microciti di due Infusorî coniugati, sebbene in apparenza uguali, sieno invece sostanzialmente ben differenti, cioè l'uno maschile e l'altro femminile.

Ma ammettiamo pure l'ermafroditismo degli Infusorî e consideriamo le conseguenze ultime a cui si arriva partendo da questa premessa

Dovremo anzitutto far notare che l'analogia tra il preteso ermafroditismo degli Infusorî e quello dei Metazoi non regge interamente. È d'uopo in questo caso distinguere nettamente il soma dalla parte genetica del corpo. Ora nei Metazoi il soma solo è ermafroditico, poichè produce le due sorta di cellule sessuali, ma queste sono naturalmente unisessuali. Perchè un Infusorio fosse ermafrodita dovrebbe il suo corpo produrre pure le due sorta di cellule. Ciò si suppone di fatto che avvenga quando i due micronuclei, dopo le avvenute due divisioni di maturazione, si dividono ancora in due parti, di cui una migrante, ritenuta maschile, ed una sedentaria, considerata femminile, ma di un fatto simile non si ha assolutamente esempio nei Metazoi, nei quali la distinzione e la produzione di cellule sessuali delle due sorta si fa sempre prima delle ben note divisioni di maturazione. Nei Molluschi stessi, dove si hanno nella ghiandola ermafroditica elementi germinali capaci di evolvere o in un senso o nell'altro, l'evoluzione si fa sempre ed in ogni caso prima delle divisioni di maturazione, dopo le quali ogni elemento germinale è esclusivamente maschile o esclusivamente femminile.

Del resto ammettiamo pure che i micronuclei migranti sieno maschili, e femminili quelli stazionarî. Resta a vedersi allora quale significato possa avere il loro scambio. Ognuno dei due Infusorî nell'atto di coniugarsi possiede dunque un micronucleo femminile ed uno maschile, ma dopo lo scambio dei due micronuclei maschili, le cose non saranno cambiate, perchè ognuno degli Infusorî possederà di nuovo un micronucleo maschile ed uno femminile. Ci possiamo allora domandare a che cosa abbia servito lo scambio.

Devesi notare che, così interpretando le cose, il confronto della coniugazione degli Infusorî con la fecondazione dei Metazoi non regge più, perchè in questi ultimi il fenomeno intimo della fecondazione non consiste già nello scambio di spermatozoi ma nell'unione di uno spermatozoo ad un elemento femminile. Ormai si sa che, anche in quei casi in cui si tratta di Metazoi ermafroditi, la fecondazione per opera di spermatozoi provenienti da altri individui, l'eterofecondazione insomma, rappresenta una vera necessità dovuta al fatto, ormai ben constatato in molti casi e nelle piante stesse, che gli elementi maschili e femminili non giungono a maturità contemporaneamente. Ma questo non è certo il caso degli Infusorî che si coniugano.

Aggiungasi ancora, il che è della massima importanza e rende assolutamente incomparabili i due fatti, che nei Metazoi ermafroditi, i due elementi maschili e femminili derivano da cellule differenti e non dalla stessa cellula, sebbene ambedue contenute nello stesso soma, mentre negli Infusorî i due micronuclei, supposti l'uno maschile e l'altro femminile, derivano da uno stesso micronucleo. Per essere i due fenomeni veramente comparabili dovremmo trovare casi nei Metazoi, dove da una stessa cellula germinale, dopo l' avvenuta maturazione, derivassero un uovo ed uno spermatozoo. Ora noi sappiamo che di un fatto simile non si hanno assolutamente esempi di sorta.

Tutte queste considerazioni sono sufficienti a dimostrarci che il preteso ermafrodisismo degli Infusorî non regge ad una critica minuta e rigorosa e che l'analogia con l'ermafroditismo dei Metazoi non è più sostenibile assolutamente, se essa viene esaminata attentamente e se le comparazioni tra i due tipi di animali si fanno con quel rigore di termini che la scienza giustamente esige. Coloro dunque, e sono quasi tutti i Biologi attuali, che questo ermafroditismo sostengono, si basano su ragioni il cui valore non è che apparente e che portano a conseguenze ultime insostenibili.

Ci sarà dunque concesso di non condividere l'opinione generale e di supporre invece che ogni Infusorio sia unisessuale, supposizione che non può trovare ostacoli, come dimostrai, nella mancanza di caratteri somatici che rivelino la differente sessualità, e che condurrà, come vedremo, a stabilire un esatto parallelo tra gli Infusorî ed i Metazoi ed a comprendere in modo preciso il significato e la portata delle divisioni degli Infusorî e dei complessi fenomeni che precedono ed accompagnano la loro cosidetta coniugazione.

Riservandoci di esaminare fra poco appunto questi fenomeni, consideriamo per ora due Infusorî nell'atto di coniugarsi e nell'istante in cui già si sono prodotti, dopo le divisioni di maturazione, i due microciti di coniugazione. Naturalmente, supponendo, come noi facciamo ora, che i due Infusorî coniugati sieno unisessuali, si suppone implicitamente che l'uno sia maschile e l'altro femminile e quindi che il microcito del primo rappresenti uno spermatidio e quello del secondo un ovulo. Dal che seguirà che, dividendosi in due questi microciti, il primo Infusorio possiederà due spermatidi e l'altro due ovuli. Avvenendo lo scambio nel modo che è noto, nell'Infusorio, in cui un microcito maschile è sedentario, passerà il microcito femminile dell'altro e viceversa. Quale sarà il risultato? Che, dopo lo scambio, ognuno dei due Infusorî invece di avere due microciti maschili o due femminili ne possederà invece uno maschile ed uno femminile.

Con tale supposizione, come si vede, noi riduciamo il fenomeno della coniugazione ad essere perfettamente comparabile a quello della fecondazione dei Metazoi, la quale consiste sempre, come sappiamo, nell'unione di un elemento maschile ad uno femminile, unione necessaria onde reintegrare reciprocamente i due elementi nella formazione di un elemento unico capace di dare origine ad un nuovo individuo della stessa specie.

Ma per intendere esattamente quanto ora ho detto devo per forza esporre qui sommariamente l'interpretazione che io do della fecondazione secondo quanto già esposi nella III.ª parte del mio lavoro sopracitato (1).

IV.

Lo sviluppo ontogenetico. — L'eredità. — La riproduzione. — Costituzione del germe. — Partenogenesi. — Addizione biomolecolare. — Sessualità. — Importanza dell'addizione biomolecolare come ipotesi. — Preparazione sessuale. — Maturazione sessuale. — Tetradi e riduzione a metà del normale del numero dei cromosomi e della cromatina. — Individualità dei cromosomi. — Come si debba intendere. — Modi di divisione dei cromosomi. — Necessità e significato della fecondazione. — Reintegrazione del germe primitivo.

Nella mia concezione adunque il potere che possiede in sè qualsiasi germe di dare origine ad un determinato organismo deriva dalla sua intima costituzione. Non già, intendiamoci bene, che io supponga, secondo le ben note teorie dell'eredità basate sulle particelle rappresentative, che nel germe preesistano particelle qualsiasi che rappresentino, sia pure sotto qualunque aspetto, gli organi del futuro organismo, ma nel senso che la potenzialità del germe deriva dalla sua costituzione chimica, e quindi dalla natura e dalla struttura delle molecole che lo costituiscono e perciò ancora delle particelle che queste formano.

---

(1) Giglio-Tos E. — Les Problèmes de la Vie — III.e Partie — La fécondation et l'hérédité — Cagliari — 1905.

Ma questa potenzialità deve essere intesa in questo senso semplicissimo, che, data una determinata costituzione chimica del germe, determinate saranno pure le reazioni caratteristiche della sua assimilazione e determinate quindi anche le molecole e le particelle che formeranno i due primi blastomeri derivanti dalla sua segmentazione.

Ora, se lo stesso raziocinio rigorosamente logico e scientifico si applica ai blastomeri, come già si è fatto al germe, di necessità ne seguirà che la costituzione chimica dei quattro blastomeri che deriveranno dalla divisione di questi due sarà essa pure strettamente dipendente in linea diretta da questi ultimi e per conseguenza dalla costituzione chimica del germe da cui questi sono derivati.

Quanto si è detto per questi blastomeri si dovrà di necessità estendere a tutti gli altri e quindi a tutte le cellule dell'organismo, la cui intima costituzione sarà perciò direttamente dipendente dalla costituzione chimica della cellula madre da cui sono derivate, ma indirettamente dal germe per il tramite di tutte le numerose generazioni cellulari interposte.

E siccome tutti i differenziamenti caratteristici dell'ontogenesi si riducono in ultima analisi, quelli morfologici compresi, a differenziamenti chimici, dovuti alla intima costituzione chimica delle cellule; siccome, d'altra parte, io suppongo che la lunga genealogia cellulare da cui deriva la formazione dell'organismo, è accompagnata da una graduale trasformazione chimica delle cellule, di cui le citodieresi segnano le tappe, secondo quanto dimostrai nella II.ª parte del già citato lavoro, così ne segue che ogni carattere presentato dall'essere è conseguenza della costituzione chimica del germe da cui è derivato.

Ciò premesso noi possiamo allora facilmente comprendere come, se due germi fossero perfettamente identici nella loro costituzione chimica, dovrebbero necessariamente produrre due individui anch' essi perfettamente identici, salvo, ben inteso, quelle modificazioni indottevi dalle condizioni esterne di sviluppo, ammesso che queste non fossero esse pure perfettamente uguali nei due casi.

Ma se è così, (e nessuno potrà, credo, impugnare l'esattezza di questo ragionamento) tutta l'interpretazione dell'eredità, di questo fenomeno che appare così misterioso e così caratteristico degli organismi, si riduce alla facoltà per parte di questi, di produrre un germe uguale o simile a quello da cui essi stessi sono derivati. E, se questo germe fosse perfettamente identico a quello da cui l'organismo è derivato, il figlio di questo dovrebbe di necessità essere uguale al padre. L'eredità sarebbe in tal caso perfetta e, se così non fosse, sarebbe veramente da meravigliarsene.

Si tratta dunque ora di dimostrare in qual modo possa dall'organismo riformarsi un germe uguale a quello da cui esso stesso ha preso origine.

Per ciò fare noi dobbiamo considerare che nei casi, e sono i più, in cui il germe è stato fecondato, esso risulta costituito di due parti, di cui una materna, l'altra paterna, e se, per maggiore semplicità, vogliamo ridurre la cosa ai soli cromosomi, quali parti che più facilmente cadono sotto la nostra osservazione, diciamo che i cromosomi del germe sono per metà di origine paterna e per metà di origine materna.

Ora questi cromosomi sono naturalmente essi pure costituiti di particelle (biomori) e queste di biomolecole di natura speciale, e noi sappiamo che, grazie al meccanismo stesso con cui avviene la citodieresi, questi cromosomi si trasmettono attraverso a tutta la serie delle cellule che dall'uovo fecondato vanno fino alle ultime cellule germinali, così che ogni spermatogonio ed ogni ovogonio posseggono la stessa quantità di cromatina che aveva l'uovo fecondato da cui sono derivati.

Omettendo ora di considerare le cellule somatiche, perchè tale argomento non ci riguarda in questo caso, si tratta di vedere, se le cellule della linea germinale cambiano o no durante tutte le fasi per cui passano, dall'uovo fino agli ultimi spermatogonii od ovogonii. È noto che, secondo l'ipotesi del Weismann della continuità del plasma germinativo, la natura di queste cellule non cambierebbe, così che tutte le cellule della linea germinale, considerate in qualunque punto di questa linea, sarebbero sempre uguali a se stesse e quindi anche all'uovo da cui sono derivate. Ma se fosse realmente così, perchè mai allora queste cellule staccate dall'organismo non sono capaci di riprodurre un nuovo individuo precisamente come ha fatto l'uovo stesso da cui sono derivate? E perchè allora sarebbero necessarî i ben noti fenomeni della maturazione?

L'ipotesi del Weismann della continuità del plasma germinativo, intesa così come il suo autore l'intende, non regge assolutamente e deve seguire la stessa sorte di quella dei determinanti.

Nella mia interpretazione invece io ammetto bensì che il plasma germinativo si continui, ma nel senso solamente che le cellule germinative derivano anch' esse, come del resto tutte le altre somatiche, dall'uovo primitivo. Ma questa derivazione, come si vede, non è più un'ipotesi; è un fatto reale, e non ha nulla a che fare con l'interpretazione del Weismann.

Nella mia concezione la continuità del plasma germinativo è accompagnata da una graduale trasformazione chimica, la quale fa sì che fin dalla prima segmentazione i due primi blastomeri sono già nella loro intima costituzione differenti dall'uovo, e questa differenza va via via accentuandosi a mano a mano che la segmentazione procede (1).

---

(1) Potrebbe taluno qui obbiettarmi che questa interpretazione è contraria ai risultamenti dell'embriologia sperimentale, in quanto è noto che i primi blastomeri isolati, sono, in molti casi almeno, capaci di dare origine ad un organismo intiero, e quindi si devono ritenere uguali all'uovo. Non potendo qui dilungarmi su questo argomento io sono costretto a rinviare coloro che desiderano schiarimenti in proposito alla II.ª parte del mio lavoro più volte citato, dove spiego, per mezzo del cosidetto sviluppo monodico, come l'origine di un embrione intiero da blastomeri riceve una spiegazione precisa e minuta anche ammettendo che i blastomeri sieno differenti dall'uovo nella loro intima costituzione.

Facciamo un esempio concreto onde meglio chiarire il mio concetto. Supponiamo di indicare con a la costituzione chimica complessiva di un cromosoma paterno e con b quella di un cromosoma materno. Nel concetto di Weismann la costituzione di questi cromosomi rimarrebbe pur sempre a e b in tutte le cellule della linea germinale, mentre nella mia interpretazione essi cambierebbero la loro costituzione chimica per diventare rispettivamente a_1 b_1; a_2 b_2; a_3 b_3; a_n b_n dopo la 1^a, la 2^a, la 3^a la n^{esima} divisione cellulare, così che ogni ovogonio ed ogni spermatogonio dell' ultima generazione conterrebbero bensì in origine tante biomolecole quanto erano in origine quelle paterne e materne, ma ben modificate e ben diverse da quelle che erano nell' uovo fecondato da cui sono derivati.

Ora è chiaro che, se noi supponiamo che le biomolecole dei cromosomi a_n b_n abbiamo una costituzione chimica tale che possano, raggiunta questa fase, dividersi ciascuna in due altre biomolecole uguali a quelle dell'uovo fecondato che fu il punto di partenza del loro sviluppo, formerebbero con il loro insieme due cromosomi uguali ad a ed a b, cioè uguali a qnelli dell'uovo. E, se lo stesso si suppone che avvenga per gli altri cromosomi, tutti verrebbero rigenerati uguali rispettivamente a quelli dell'uovo primitivo, di guisa che da ogni ovogonio o da ogni spermatogonio potrebbero derivare, al termine della loro evoluzione, due cellule uguali nella loro costituzione chimica all'uovo da cui sono derivate e quindi della stessa sua potenzialità. Se così fosse ogni cellula germinale sarebbe dunque capace di produrre due germi, integralmente uguali al germe primitivo e quindi tutti e due potrebbero dar origine ad un nuovo organismo uguale al progenitore.

Un fenomeno simile non è impossibile e se ne hanno esempi in natura in molti casi di vera partenogenesi, dove appunto ogni cellula germinale è capace di rigenerare integralmente l'uovo dando origine a due cellule, di cui una, l'uovo partenogenetico e l'altra il globulo polare unico, uguale virtualmente all'uovo partenogenetico e che sarebbe anche esso capace di produrre un nuovo individuo se, avvenendo la divisione della cellula molto inegualmente a causa del vitello, esso non rimanesse privo di questa sostanza, indispensabile per gli ulteriori fenomeni nutritivi durante la segmentazione.

Ma, se tale fenomeno è possibile, non è tuttavia facile e ce lo dimostra la rarità dei casi di vera partenogenesi (1). E non è facile perchè la rigenerazione integrale del germe in tutte le sue biomolecole è un fenomeno chimico assai complesso, che richiede per parte dell'ambiente condizioni fisico-chimiche speciali. La causa di questa rigenerazione è naturalmente l'assimilazione, per mezzo della quale le varie biomolecole delle cellule germinative devono aggiungere con reazioni chimiche convenienti quei determinati gruppi atonici in quel determinato modo che è indispensabile, onde addivenire allo sdoppiamento in due altre biomolecole uguali a quelle del germe primitivo.

Ma, se la rigenerazione integrale del germe presenta gravi difficoltà, delle quali alcune dipendenti dall'ambiente in cui le cellule devono prendere il loro nutrimento ed altre dalla loro natura intrinseca e dalla complessità maggiore o minore della struttura delle loro biomolecole, essa può essere tuttavia raggiunta mediante la reintegrazione di una parte soltanto del germe, di una metà, per esempio, delle sue biomolecole, ma naturalmente si esigerà in questo caso che l'altra metà venga pure rigenerata onde la loro unione possa ricostituire nella sua integrità il germe primitivo. Di qui l'origine della sessualità: di qui i fenomeni della maturazione sessuale e la conseguente fecondazione, secondo l'interpretazione che diedi a suo tempo e che reputo necessario di riassumere ora brevemente.

---

(1) Farò qui osservare, come vanno molto probabilmente sotto il nome di partenogenesi molti casi che non sono tali realmente, e che invece devono considerarsi come fatti di eterogenesi. Non esiste vera partenogenesi, se non nel caso che l'individuo che ne nasce sia uguale a quello che lo produce, cioè quando si tratta di vera riproduzione. Non si può parlare per esempio di partenogenesi quando si citano le ben note generazioni agamiche della Fillossera, poichè gli individui delle varie generazioni sono differenti, mentre invece siamo nel caso di partenogenesi vera quando si tratta della riproduzione dell' Artemia salina. Certo è che, considerati sotto questo punto di vista che mi pare assai più preciso e rigoroso, gli esempi di vera partenogenesi finora conosciuti e assai numerosi si ridurrebbero ad essere ben pochi.

Supponiamo dunque, per ritornare ai nostri cromosomi paterni e materni, che *a* e *b* abbiano raggiunto l'estrema fase a_n e b_n, ma che non possano, per mancanza delle condizioni fisico-chimiche di nutrizione, subire quell'ultima trasformazione che li porterebbe a sdoppiarsi in 2 *a* e 2 *b*. Le biomolecole che costituiscono questi cromosomi hanno certamente una struttura assai più complessa che le sostanze esterne ad esse da cui debbono trarre il loro nutrimento. Ora queste biomolecole possono rappresentare reciprocamente una sorta di nutrimento. Intendo dire, per esempio, che se le biomolecole di a_n si uniscono con quelle di b_n (e si tratta di un fenomeno chimico semplicissimo, di un'addizione molecolare e niente più) queste ultime possono essere considerate come un nutrimento per quelle di a_n, come reciprocamente quelle di a_n possono, rispetto a quelle di b_n, essere ritenute pure come sostanze nutrienti. È molto probabile allora che, data la complessità di struttura di queste biomolecole, le une possano portare alle altre quei gruppi atomici che sono necessari per giungere al termine del loro sviluppo, cioè alla rigenerazione di una parte delle biomolecole uguali a quelle del germe primitivo, gruppi atomici che forse non potrebbero trovare nell'ambiente nutrifizio nel quale vivono.

Ma naturalmente, perchè ciò avvenga, è necessario che le biomolecole di a_n e b_n abbiano raggiunto una data costituzione chimica, tale che questa loro addizione sia possibile, ossia è necessario che diventino addizionabili, poichè, trattandosi di una comune reazione chimica, questa preammette per il suo compimento una determinata struttura fra le molecole che devono reagire, senza di che essa non potrebbe avvenire.

Supponiamo dunque che le biomolecole di a_n si addizionino con quelle di b_n. Esse formeranno con il loro insieme ognuna un'altra biomolecola più grande risultante dalla loro unione e che noi potremo indicare semplicemente con:

$(a_n + b_n)$. Ma poichè noi abbiamo supposto che queste due singole biomolecole rappresentino le molecole primitive paterne e materne a e b trasformate per le successive fasi dell'assimilazione in a_n e b_n e vicine a dividersi caduna in $2\,a$ ed in $2\,b$, ne seguirà necessariamente che la biomolecola risultante dalla loro unione sarà maggiore per numero di atomi (astrazion fatta della loro disposizione che non ci interessa, di $2\,a$ o di $2\,b$ e più propriamente che essa equivarrà press' a poco a $4\,a$ od a $4\,b$. Ed allora, se noi supponiamo che la biomolecola $(a_n + b_n)$ risultante da questa addizione sia tale per la disposizione dei suoi atomi da dover scindersi in due altre e queste ancora si possano scindere alla loro volta in altre due, dalla biomolecola suddetta si otterranno, in seguito a queste due divisioni successive, quattro biomolecole a o quattro biomolecole b.

Ma quale sarà il risultato immediato di questa addizione biomolecolare? Evidentemente che l' una delle due biomolecole scomparirà come tale, perchè gli atomi che la componevano passeranno a far parte dell'altra biomolecola alla quale hanno servito di nutrimento per raggiungere la costituzione atta a rigenerare la biomolecola primitiva. Così, se dalla addizione suddetta risulteranno quattro biomolecole a, uguali alle originarie paterne, saranno scomparse quelle materne b; se invece ne risulteranno quattro biomolecole b, uguali alle originarie materne, saranno per contro scomparse quelle paterne a.

Di qui si può già intravedere tutta la immensa portata di questo fenomeno nella mia interpretazione della fecondazione e degli apparentemente complessi fenomeni della maturazione delle cellule sessuali.

Ciò che abbiamo supposto per le biomolecole formanti un cromosoma paterno e uno materno, estendiamolo ora a tutte le biomolecole formanti gli altri cromosomi qualunque ne sia il numero e noi arriveremo a questa conclusione che, avvenuta l'addizione biomolecolare, si avrà la rigenerazione di quattro cromosomi paterni uguali a quelli originarî, con la scomparsa di quelli materni, oppure la rigenerazione di quattro cromosomi materni con la scomparsa di quelli paterni.

Così che noi vediamo facilmente, come, in questo modo, la cellula che, fino all'istante in cui questa addizione biomolecolare avviene, era sempre formata di biomolecole e quindi di particelle o di cromosomi per metà paterni e per metà materni e quindi era nella sua intima essenza, per così dire, ermafrodita, da quest' istante cessa di esser tale per diventare esclusivamente o tutta maschile o tutta femminile.

Tale mia interpretazione è, come si vede, basata su di una supposizione, su di una ipotesi. Ma intendo che i Biologi rilevino, come questa non è una ipotesi speciale, che cioè quella dell'addizione biomolecolare non è una facoltà peculiare che io attribuisca alle molecole della sostanza vivente e che non si riscontri nelle altre molecole. L' addizione di due molecole è una delle più comuni reazioni chimiche, che si possano compiere anche nelle molecole brute, come lo sdoppiamento in due molecole uguali è un fenomeno chimico abbastanza frequente nelle molecole organiche non viventi, come io per il primo ho dimostrato (1) e come Fick (2) assai più tardi e Haecker (3) recentemente dimostrarono pure senza avere conoscenza della mia interpretazione.

È dunque la mia un'ipotesi, perchè non è un fatto reale e constatato, ma è una ipotesi che permette di ricondurre nel campo generale dei fenomeni della materia bruta anche quelli fondamentali della vita, che a tutta prima parrebbe che se ne vogliano sottrarre. È un' ipotesi quindi veramente scientifica e certamente ben diversa da quelle molte altre che pullulano nel campo della Biologia dove con la massima disinvoltura si suppongono particelle, energie, o meccanismi che non esistono o si dànno loro facoltà tutt'affatto speciali che non hanno riscontro nella materia bruta, e che, con la parvenza di dare una spiegazione dei fenomeni vitali, introducono nuovi principî o nuovi concetti che non spiegano nulla in realtà, diventando inoltre essi stessi altrettanti enigmi più misteriosi ancora dei fenomeni stessi della vita.

---

(1) Giglio-Tos E. — Un' interpretazione dell' assimilazione e della riproduzione, in: *Boll. Musei Zool. Anat. comp. della R. Università di Torino* — vol. XIV — n. 353 — 1899.

(2) Fick R. — Betrachtungen über die Chromosomen, ihre Individualität, Reduktion und Vererbung, in: *Arch. f. Anat. u. Physiol.* — Anat. Abth. Suppl. 1905.

(3) Häcker V. — Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger, in: *Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie* — Bd. I. — Heft I — Jena — 1907 — pag. 36.

È un'ipotesi la mia che sorge solamente là, dove la ricerca e l'esperimento devono per forza arrestarsi, almeno nelle condizioni attuali della scienza; che supplisce quindi alle deficienze dei nostri mezzi presenti di indagine, e che serve a dimostrare, come non è necessario ricorrere a supposizioni di forze o di energie speciali vitali, onde dare spiegazione dei fenomeni della maturazione sessuale e della fecondazione.

Certo, se l'addizione biomolecolare potesse essere constatata di fatto, la mia ipotesi riceverebbe la migliore delle sanzioni, ma, per ciò appunto, cesserebbe di essere un'ipotesi e rientrerebbe nel campo dei fatti. Essa perderebbe quindi ogni valore esplicativo, in quanto questo le viene appunto dall'essere una supposizione che, ammessa tale, permette di spiegare tutti i fatti noti non solo, ma anche di prevedere fatti ancora ignoti.

V' è dunque ragione, ed è anzi dovere dei Biologi, l'esaminare minutamente e rigorosamente se le conseguenze, che da questa ipotesi derivano, collimino con esattezza con i risultamenti delle ricerche, ma non v' ha motivo plausibile di rifiutarla quando essa non fa che supporre l'esistenza di fenomeni, che l'osservazione non ha ancora potuto constatare, ma che per nessun pretesto si ha il diritto di negare.

Vediamo dunque se l'ipotesi dell'addizione biomolecolare porta a conseguenze che coincidono con i risultamenti delle ricerche.

Se noi ammettiamo dunque che l'addizione biomolecolare avvenga quale io suppongo, ne deriva di necessità che la metà delle biomolecole di un sesso scompaiono a favore della rigenerazione dell'altra metà di sesso diverso. In tal caso si avrà bensì la rigenerazione di una qualità di biomolecole, ma mancheranno per la ricostituzione integra del germe primitivo, le biomolecole dell'altro sesso. Se nel caso da noi supposto le biomolecole di b_1 unendosi a quelle di a_n sono in grado, scomparendo, di rigenerare 4 *a,* cioè le biomolecole maschili del germe, mancano tuttavia per la ricostituzione integra di questo le biomolecole femminili di *b*. È dunque necessario, se si vuole che questa ricostituzione integra si abbia, che anche le biomolecole di *b* possano rigenerarsi a spese delle biomolecole di *a*.

Di qui noi vediamo la necessità impellente di due sorta di addizioni biomolecolari, di cui l'una porti alla rigenerazione di *a,* l'altra alla rigenerazione di *b,* affinchè l'unione di questi due *a* e *b* possa riformare un germe uguale al primitivo.

Ora, se noi ammettessimo che *a* e *b* avessero la stessa costituzione chimica, l'addizione biomolecolare sarebbe superflua ed inutile. Essa si rende solo necessaria quando si ammetta che *a* e *b* sieno chimicamente differenti o in altre parole, e più generalmente parlando, che i cromosomi maschili sieno di costituzione diversa da quelli femminili. Il che, com' è noto, è oggidì ammesso da tutti. Ma in tal caso ne segue pure che, se l'addizione biomolecolare esige una determinata costituzione delle molecole per generare quelle maschili, ben diversa dovrà essere la costituzione necessaria per la rigenerazione delle biomolecole femminili. Di qui la necessità che le cellule subiscano, dal germe fino alla sua rigenerazione, una evoluzione differente a seconda che devono giungere a rigenerare le biomolecole maschili oppure quelle femminili. Ed ecco per tal modo spiegata la necessità ineluttabile della sessualità in istretta dipendenza dall'addizione biomolecolare, fenomeno che con qualsiasi altra teoria od ipotesi non si arriva a spiegare, se non facendo supposizioni più o meno teleologiche e per ciò poco scientifiche.

Noi dobbiamo dunque ammettere che le biomolecole *a* e *b* del germe (e quanto si dice di esse si potrà dire dei cromosomi che ne sono formati) subiscano due sorta di evoluzioni: l'una in senso maschile che le porta alla rigenerazione di quattro biomolecole maschili *a;* l'altra in senso femminile che le conduce, in seguito sempre all'addizione biomolecolare, a rigenerare le biomolecole femminili *b*. Queste due sorta di evoluzioni sessuali si compiono per mezzo di una serie di successive trasformazioni chimiche di cui le citodieresi segnano le tappe. Tutte le tappe che si susseguono dalla prima segmentazione dell'uovo fino all' ultima sono quelle che formano con il loro insieme ciò che io chiamai il periodo di preparazione. Ad ognuna di queste tappe le biomolecole cambiano gradatamente la loro struttura assumendo quella che le deve condurre a poco a poco ad essere addizionabili. Ma, siccome queste tappe sono separate l'una dall'altra da una citodieresi, evidentemente ad ogni tappa, cioè ad ogni generazione cellulare le biomolecole, e quindi le cellule, si raddoppiano di numero, così che durante tutto il periodo di preparazione si ha pure la moltiplicazione delle cellule genetiche cioè atte a rigenerare il germe.

L'ultima tappa di tutta questa speciale evoluzione è quella che costituisce la fase o periodo di maturazione biomolecolare, e il suo termine è segnato dall' addizione biomolecolare.

Che il destino di queste cellule ad evolvere in senso maschile od in senso femminile sia predeterminato fin dall'uovo, come avviene nell'ape e in altri imenotteri affini, oppure dallo spermatozoo, come in questi ultimi anni Sutton ed altri sostengono per altri insetti, oppure ancora dalle speciali condizioni fisico chimiche dell'ambiente, come pare che avvenga per altre specie, è cosa che non ci riguarda. L'origine della sessualità è, secondo il nostro parere, dipendente da cause diverse a seconda delle varie specie e probabilmente nessuna legge generale può essere formulata in proposito.

Se quanto finora si è detto per le biomolecole lo applichiamo ai cromosomi onde rendere più concreti e più palpabili i fenomeni che ne seguono, ecco quanto ci sarà dato scorgere al termine della fase di maturazione.

Le singole particelle di cromatina, a incominciare dall'ultima divisione delle gonadi, cioè dalla nascita del gonocito di 1° ordine, si accresceranno per effetto dell'assimilazione durante il periodo di accrescimento, corrispondente a quanto io chiamai periodo di maturazione, finchè le loro biomolecole avranno raggiunto la struttura che le rende atte ad essere addizionabili.

Se queste biomolecole potessero ognuna sdoppiarsi, come nelle altre cellule avviene normalmente prima della citodieresi, noi vedremo le particelle cromatiniche disposte in fila a formare lo spirema sdoppiarsi ognuna e quindi aggregarsi per dare origine ad un cromosoma doppio. Ma, siccome questo sdoppiamento non è in questo caso possibile, come si è detto, senza la previa addizione biomolecolare, questo fenomeno chimico tra le biomolecole non potrà compiersi senza la fusione intima delle particelle che le biomolecole formano con il loro insieme, quindi ogni particella cromatinica di origine maschile si fonderà con la corrispondente particella di origine femminile.

Noi dovremo dunque vedere all'inizio della citodieresi, al primo manifestarsi della fase di sinapsi, comparire un doppio spirema, cioè uno spirema formato da una doppia serie di particelle cromatiniche allineate nel loro rispettivo cordoncino di linina, corrispondenti l'una alle particelle materne e l'altra alle paterne.

Poi queste particelle dovranno fondersi l'una all'altra e perciò lo spirema da doppio che era primitivamente dovrà diventare uno solo, ma naturalmente di spessore maggiore.

Sarà questa la fase più importante di tutto il periodo di maturazione delle cellule sessuali, perchè è proprio questo l'istante in cui avviene l'addizione biomolecolare, l'istante cioè in cui scompaiono le biomolecole di una sorta a beneficio della rigenerazione delle altre; l'istante in cui la cellula perde la sua primitiva natura ermafroditica che ha conservato fino a quel momento per diventare esclusivamente costituita di elementi maschili o di elementi femminili. Tutti gli altri fenomeni che compariranno in seguito, per quanto interessanti e misteriosi, non sono che una conseguenza necessaria, naturale, di questa addizione biomolecolare di capitale importanza.

Alla addizione biomolecolare seguirà naturalmente il primo sdoppiamento delle biomolecole e, in seguito all'orientamento di queste, il primo sdoppiamento delle relative particelle cromatiniche che esse formano, quindi lo spirema da unico che era, a causa della fusione delle particelle, ridiventerà doppio e queste, subito dopo, incomincieranno ad aggregarsi per la formazione dei cromosomi.

Ma quale sarà il numero di questi? È facile prevederlo.

Il numero dei cromosomi del germe, dell'uovo fecondato da cui queste cellule che noi ora consideriamo sono derivate, era n di cui $\frac{1}{2}n$ maschili ed $\frac{1}{2}n$ femminili. La intima costituzione di ognuno di essi risulta dalle particelle che lo formano con la loro aggregazione, si chiamino esse biomori, o idi, o cromioli, o in qualsivoglia altro modo, e questa aggregazione dipende dalla natura chimica di tali particelle. La cosidetta individualità dei cromosomi è perciò solo relativa alla loro costituzione chimica e intesa, nel modo con cui Boveri l'intende, è insostenibile e trova numerosi fatti che sono inconciliabili con essa.

Mi spiegherò con un esempio concreto onde render meglio le mie idee in proposito.

Supponiamo che le particelle cromatinche di una cellula qualsiasi sieno 12, cioè: a, b, c, d, e, f, g, h, i, l, m, n. La possibilità che queste hanno di formare con la loro aggregazione uno, due, quattro o sei cromosomi dipende, secondo me, basandomi sulle conoscenze nostre attuali sullo stato d'aggregazione dei corpi, dalla natura chimica di esse. Se queste particelle hanno tutte l'una per l'altra quella certa ignota affinità che noi vediamo manifestarsi con l'adesione, aderiranno tutte insieme e non si avrà che la formazione di un cromosomo unico, risultante di tutte le 12 particelle. Ma se invece quella affinità esiste per le altre, e manca fra le particelle f e g, allora le particelle $a\text{-}b\text{-}c\text{-}d\text{-}e\text{-}f$ si raggrupperanno insieme e così quelle altre $g\ h\text{-}i\text{-}l\text{-}m\text{-}n$, ma questi due gruppi rimarranno indipendenti l'uno dall'altro e perciò si avrà la formazione di due invece che di un solo cromosoma.

Nello stesso modo, se l'affinità di adesione manca fra le particelle *c d, f g, i l,* si formeranno quattro gruppi indipendenti così costituiti: $\boxed{a-b-c}$; $\boxed{d-e-f}$; $\boxed{g-h-i}$; $\boxed{l-m-n}$, cioè quattro cromosomi, invece di due, e se tale affinità manca fra le particelle *b c, d e, f g, h i, l m,* si avranno sei aggruppamenti di particelle: $\boxed{a-b}$; $\boxed{c-d}$; $\boxed{e-f}$; $\boxed{g-h}$; $\boxed{i-l}$; $\boxed{m-n}$ e perciò sei cromosomi.

Ciò premesso, supponiamo per maggiore semplicità che, data la loro natura chimica indicata dalle lettere suddette, quelle particelle formino due soli cromosomi: $\boxed{a-b-c-d-e-f}$; $\boxed{g-h-i-l-m-n}$, e questo nell'istante in cui la cellula si divide, cioè al fine del suo periodo di riposo che io chiamo invece più esattamente il periodo di assimilazione. È naturale che, appena avvenuta la citodieresi, iniziandosi un altro periodo o fase di assimilazione, le trasformazioni chimiche, da questa indotte di necessità nelle biomolecole e perciò nelle particelle, cambino la loro costituzione chimica, e allora nulla di più naturale che cambino anche le affinità di adesione fra di esse e quindi si aggreghino altrimenti.

Per tal modo si spiega con la massima semplicità, come, al termine della citodieresi, i cromosomi perdano la loro individualità, e non ci appaiano più come tali. Non è già, come di leggeri si comprende da quanto testè ho detto, che la sostanza formante i cromosomi scompaia. Essa permane invece rappresentata dalle biomolecole cromatiniche che la formano, ma l'individualità del cromosoma, quella aggregazione di particelle, che noi chiamiamo cromosoma, scompare come formazione morfologica, pur conservandosi integra come sostanza, le cui particelle sono solo diversamente distribuite ed aggregate in seno al nucleo.

E poichè i cambiamenti chimici indotti dall'assimilazione sono continui, e durano per tutto il periodo dell'assimilazione fino ad una successiva citodieresi, è anche naturale che i mutamenti nello stato di aggregazione delle particelle cromatiniche sieno pur essi continui. Onde bene si spiega, perchè l'aspetto del nucleo, anche durante il così detto periodo di riposo delle cellule, vada continuamente cambiandosi, come chiunque può con facilità constatarlo all'osservazione microscopica.

Che l'individualità dei cromosomi si conservi durante la fase di riposo si può dunque con ragione sostenere nel modo da me ora esposto, non già come l'intendono Boveri e gli altri Biologi che di questa teoria sono i propugnatori. Che nel nucleo durante l'assimilazione sia possibile in qualche caso riconoscere ancora i cromosomi nel loro numero caratteristico e con la loro propria individualità non si può escludere in modo assoluto, ma certo si è che nella massima parte dei casi questo non avviene e io spero di non esser tacciato di temerario, se sfido l'abililà di tutti i citologi nel sapere ritrovare e riconoscere i cromosomi nella maggior parte delle cellule durante la loro fase di assimilazione.

Ma ritorniamo al nostro argomento.

Supponiamo dunque che i due suddetti cromosomi rappresentino il primo un cromosoma paterno e il secondo uno materno, di un uovo fecondato. Per le stesse ragioni or ora esposte e poichè noi ammettiamo che i cromosomi non si mantengano inalterati nella linea delle cellule germinative, come Weismann suppone con la continuità del plasma germinativo, ma che vadano subendo una graduale trasformazione chimica ad ogni citodieresi, sarà anche possibile che il loro numero cambi durante il periodo di preparazione o in un istante qualsiasi di esso, perchè potrà cambiare lo stato di aggregazione delle particelle in ragione della avvenuta modificazione chimica. Ma quando la fusione delle singole particelle e la conseguente addizione biomolecolare avranno prodotto la rigenerazione delle une e delle altre, ritorneranno le particelle ad assumere tutte la costituzione chimica originaria e quindi la costituzione *a, b, c, d, e, f* se la maturazione avvenne in senso maschile, oppure quella di *g, h, i, l, m, n* se la maturazione avvenne in senso femminile.

Ma poichè noi abbiamo ammesso per ipotesi che le particelle, quando hanno una simile costituzione, si aggreghino in quel determinato modo, inevitabilmente esse si raggrupperanno di nuovo nello stesso modo non appena saranno rigenerate e ritorneranno perciò ad acquistare quella determinata costituzione chimica originaria. Esse formeranno perciò un cromosoma $\boxed{a - b - c - d - e - f}$ se la maturazione sessuale è maschile o un cromosoma $\boxed{g \;\; h - i - l - m - n}$ se la maturazione è femminile. Di necessità quindi scompariranno nel primo caso tutti i cromosomi femminili e nel secondo tutti quelli maschili.

Che questa scomparsa dei cromosomi del sesso opposto a quello in cui avviene la maturazione si avveri realmente è quello che le ricerche future potranno meglio stabilire, specialmente quelle condotte su animali nei quali esiste una differenza discernibile fra i cromosomi maschili e quelli femminili, come pare di fatto che sia il caso per alcuni insetti, e come spero di poter dimostrare in un prossimo lavoro di tal genere.

Ora, siccome questo fenomeno si compie per tutti i cromosomi n dell'uovo e poichè sappiamo che questi (salvo casi speciali) sono $\frac{1}{2} n$ maschili e $\frac{1}{2} n$ femminili, la scomparsa degli uni o degli altri ridurrà naturalmente alla metà del normale il loro numero. Ed ecco per tal modo spiegata molto semplicemente e chiaramente quella riduzione a metà del numero normale dei cromosomi, riduzione che dapprima si credette dovuta alle due divisioni successive caratteristiche dei fenomeni della maturazione sessuale, ma che ormai è riconosciuto invece avvenire assai prima, cioè fin dall'inizio della citodieresi del gonocito di 1.° ordine. Ma questa riduzione, come ben risulta dalla nostra interpretazione, non è che una conseguenza diretta dell'avvenuta addizione biomolecolare.

Ma conseguenza della stessa addizione biomolecolare si è pure la rigenerazione non di una sola, ma di quattro biomolecole uguali alle primitive, e quindi nell'esempio nostro di quattro particelle maschili: a, b, c, d, e, f o di quattro particelle femminili: *g, h, i, l, m, n*. Ora, nello stesso modo che l'aggregazione di una sola serie di queste forma un cromosoma, l'aggregazione delle altre tre formerà pure altri tre cromosomi e quindi in totale si ricostituiranno quattro cromosomi uguali a quelli originarî del germe. L'addizione biomolecolare conduce dunque alla riduzione a metà del numero dei cromosomi, ma la quantità di cromatina è e rimane sempre la medesima, come d'altronde è facile constatare all'osservazione dei fatti.

Ma siccome le particelle formanti questi quattro cromosomi derivano da due sdoppiamenti successivi di una stessa biomolecola, senza fase intermedia di assimilazione, è anche naturale che il loro raggruppamento si faccia immediatamente appena lo sdoppiamento biomolecolare è avvenuto, e quindi la formazione dei singoli cromosomi abbia luogo subito, così che i quattro cromosomi che ne risultano ci appariranno così avvicinati da assumere l' aspetto di un cromosoma semplice, ma di volume quadruplo di quello di un cromosoma normale. Tuttavia la loro propria individualità non tarderà ad apparire, e allora si avrà la comparsa delle ben note tetradi caratteristiche della prima divisione di maturazione.

È dunque evidente anche in questo caso che questo fenomeno della formazione delle tetradi, di così grande importanza nella maturazione delle cellule sessuali, è una semplice e naturale conseguenza dell'avvenuta addizione biomolecolare, la quale permane come il fenomeno più importante causa prima ed unica di tutte le altre manifestazioni posteriori.

Si comprende di leggieri, come, con questa mia interpretazione, il modo con cui le divisioni dei cromosomi della tetrade si fanno, modo che assume secondo la teoria del Weismann una importanza capitale, non ne può avere alcuna assolutamente nel nostro caso.

Il dividersi dei cromosomi della tetrade prima longitudinalmente e poi traversalmente, oppure altrimenti, dipende semplicemente dalla forma del cromosoma e dal modo con cui le particelle che lo costituiscono sono aggregate. Troppo lungo sarebbe il dimostrare nei varî casi quanto asserisco, ma mi limiterò a far osservare, per esempio, che se le particelle dei cromosomi si immaginano distribuite su di una sola fila: $\boxed{a - b - c - d - e - f}$ il primo sdoppiamento darà $\boxed{\begin{matrix} a & b & c & d & e & f \\ a & b & c & d & e & f \end{matrix}}$ cioè sarà una divisione longitudinale del cromosoma ed il secondo sdoppiamento darà $\frac{a}{a}\,\big|\,\frac{a}{a} \quad \frac{b}{b}\,\big|\,\frac{b}{b}$ ecc. e quindi una seconda divisione pur essa nel senso della lunghezza del cromosoma ma in direzione normale alla prima. La tetrade presenterà dunque la forma di un cromosoma scisso longitudinalmente secondo due piani incrociati.

Secondo le vedute del Weismann la direzione della scissione porta a conseguenze importantissime, perchè i quattro cromosomi formanti la tetrade sono a due a due uguali ma differenti fra di loro. E ad un risultato analogo conducono pure tutte le altre interpretazioni, qualunque esse sieno, se non sono basate sull'addizione biomolecolare, e se si suppone che i cromosomi maschili e femminili sieno di differente costituzione. Sempre ed in ogni caso si giungerà a questo risultato finale, che i quattro cromosomi di una tetrade non possono essere uguali fra di loro. Il che, almeno dal punto di vista morfologico, non è sostenibile, poichè ci è facile constatare all'osservazione microscopica che tutti i cromosomi di una tetrade sono uguali fra di loro per dimensioni e per forma.

Solo con l'ipotesi di una addizione biomolecolare, è possibile giungere ad ottenere tutti uguali i cromosomi delle tetradi, poichè solo mediante quel fenomeno chimico è possibile trasformare i cromosomi di un sesso in quelli di un altro, cambiandone la costituzione chimica intima.

Ora, se i quattro cromosomi della tetrade sono uguali, il modo con cui si fa la loro divisione non può avere alcuna importanza, poichè il risultamento finale sarà sempre il medesimo.

Ammessa ora la rigenerazione delle parti del germe in numero quadruplo, le conseguenze ulteriori, secondo la mia interpretazione, sono pure evidentissime ed inevitabili.

Accogliendo l'interpretazione della citodieresi che io proposi (1), secondo la quale la divisione della cellula non è altro che la conseguenza dello sdoppiamento delle biomolecole, e perciò anche delle particelle, i biomori, che la compongono, e quindi della formazione di un sistema simbiotico doppio e dell'orientamento reciproco dei biomori, si capisce di leggeri come nel caso presente le due citodieresi successive sono conseguenze pur esse dell'avvenuta addizione biomolecolare.

Di fatto, dopo i due sdoppiamenti biomolecolari che portano alla formazione di particelle uguali a quelle originarie, ma in numero quadruplo, la cellula conterrà di ognuna di esse quattro rappresentanti, cioè 4 *a*, 4 *b* ecc. e così si dica di tutte le altre particelle che la formano. Ora, se noi ammettiamo che tutte queste particelle non sieno disposte in modo qualunque, ma, in ragione della loro costituzione chimica e della attrazione reciproca che da questa deriva, abbiano una disposizione determinata, qualunque sia questa disposizione ne seguirà sempre necessariamente che, essendo le particelle a quattro a quattro eguali, l'orientamento di esse sarà quadruplo e porterà per forza alla formazione di quattro cellule pur esse uguali. Uguali s'intende nella intima costituzione chimica della loro sostanza vivente, del bioplasma, potendo naturalmente differire nelle dimensioni, specialmente quando la presenza di sostanze non viventi, quali il vitello, che non prendono parte alla divisione, impedisce che questa avvenga in modo uguale, come si verifica nella produzione dei globuli polari.

Solo in questa duplice citodieresi, non intercalata dalla fase di assimilazione, ha luogo la riduzione a metà della quantità normale di cromatina, mentre, come si è visto, la riduzione nel numero dei cromosomi ha già avuto luogo in precedenza.

Tutto quanto finora è stato da me esposto sui fenomeni intimi che devono precedere, accompagnare e seguire la importante maturazione delle cellule sessuali, sulla quale si imperniano tutte le gravissime quistioni della sessualità, della fecondazione e dell'eredità non è, siccome ognuno può facilmente convincersene, che la conseguenza naturale, logica ed inevitabile della mia interpretazione. Se la realtà dei fatti che si sono finora osservati e si osserveranno di poi, coinciderà esattamente con quanto è stato ora esposto, partendo dalla mia ipotesi, noi avremo, direi quasi, la certezza assoluta che la mia interpretazione sia esatta, e corrisponda alla verità. Si dovrebbe di fatto considerare come molto strana questa perfetta coincidenza di cose, senza ammettere che l'ipotesi da me avanzata della addizione biomolecolare rappresenti una realtà.

---

(1) Giglios-Tos E. — Les Problèmes de la Vie — I.e Partie — La substance vivante et la cytodiérèse — Turin — 1900.

Ora chiunque conosce a fondo i fenomeni che si svolgono nella spermatogenesi e nell'ovogenesi sia degli animali sia dei vegetali, e che sono oggidì oggetto di febbrili ricerche dei Biologi, non potrà fare a meno di meravigliarsi della rigorosa e minuziosa loro coincidenza con i risultati teorici derivanti dalla mia interpretazione. Si confronti in proposito quanto lo Strasburger (1) in base a ricerche sue proprie ed a quelle di Allen espone nella maturazione delle cellule sessuali del giglio. Una tale meravigliosa coincidenza mi induce quasi nella certezza che, con la mia interpretazione, abbia colto nel segno ed abbia così sciolto uno dei più grandi enigmi che la Biologia ci presenta (2).

---

(1) Strasburger E. — Die stofflichen Grundlagen der Vererbung in organischen Reich. — Jena — G. Fischer — 1905.

(2) Qualcuno lasciò dubitare che l'interpretazione da me proposta non sia che la traduzione in linguaggio molecolare e atomico dei grandi fatti generali della Biologia che si esprimono in linguaggio biologico parlando di ciò che si vede, dei cromosomi e delle cellule. Ma basta un semplice esame delle cose per convincersi che ciò non è. Per quanto si voglia supporre che i cromosomi ed anche le loro particelle si fondano insieme, come Strasburger ed Allen sopracitati riferiscono, il problema rimarrà irresoluto, se non si farà intervenire il fenomeno chimico dell'addizione biomolecolare. Questa solamente è capace, come dimostrai, di far scomparire dalla cellula in maturazione, gli elementi di un sesso, di ridurre la cellula sessuale ad essere costituita esclusivamente di elementi femminili o di elementi maschili. Sopprimete l'addizione biomolecolare, sopprimete questo fenomeno chimico che sfugge alla nostra osservazione diretta ed io sfido qualsiasi ad ottenere altrimenti questo effetto.

V.

Fecondazione degli Infusorî. — Riproduzione e generazione. — Divisione degli Infusorî. — Variazioni degli Infusorî fratelli. — Lo sviluppo monodico e sue conseguenze. — Sua importanza. — La vecchiaia e la morte. — Addizione biomolecolare. — Fecondazione. — Riproduzione. — Preparazione sessuale e conseguenze. — Possibili errori negli esperimenti. — Sterilità fra consanguinei. — Determinismo del sesso. — Mortalità degli Infusorî. — Conclusioni.

Dopo questa lunga digressione che era tuttavia necessaria premettere, onde esporre le mie vedute sul modo di interpretare la fecondazione ed i fenomeni che la precedono, ritorniamo all'argomento speciale che ci occupa.

Consideriamo dunque un Infusorio subito dopo la coniugazione. Se questo Infusorio era femmina, avrà ricevuto dall'altro che era maschio un microcito maschile, e, se era maschio, un microcito femminile. Tanto nell'uno quanto nell'altro caso, dopo lo scambio dei microciti, l'Infusorio in parola possederà nel suo macrocitode due microciti di sesso diverso, cioè l'uno maschile perfettamente comparabile allo spermatozoo, l'altro femminile comparabile all'uovo. La loro unione che seguirà sarà dunque perfettamente omologa alla unione dei due pronuclei nei Metazoi, cioè alla fecondazione vera e quindi il risultato sarà la ricostituzione di un unico microcito in tutta la sua integrità, cioè formato di elementi e quindi di cromosomi tanto femminili quanto maschili, precisamente come con l'unione dello spermatozoo all'uovo si ricostituisce nell' uovo fecondato un germe integralmente uguale a quello primitivo, da cui le cellule germinative sono derivate.

La divisione del microcito, che segue immediatamente alla loro unione, deve dunque corrispondere alla prima segmentazione dell'uovo e dà origine a due microciti che rappresentano i due primi blastomeri. Di essi, nei casi più semplici, uno diventa il macrocito, l'altro permane come microcito. Il primo sarà il capostipite delle cellule somatiche, l'altro il capostipite delle cellule germinative. Ognuno vede che l'analogia con quanto avviene nei Metazoi è perfetta.

Il nuovo macrocito si trova, appena formato, in un macrocitode le cui parti prima già funzionavano, ed è ancora ricco del materiale di riserva accumulato prima della coniugazione. Può darsi che il vecchio macrocitode serva alla vita del nuovo macrocito, come il vitello delle uova accumulato dal progenitore serve alla nutrizione dei blastomeri, ma potrebbe anche avvenire che il nuovo macrocito riformasse, parzialmente almeno, un nuovo macrocitode, per l'appunto come le cellule somatiche producono *ex novo* i differenziamenti istologici che le caratterizzano. Sarebbero necessarie a tal uopo ricerche apposite molto accurate, ma si conoscono già alcuni casi in cui una rigenerazione parziale del macrocitode pare che realmente si faccia.

Checchè ne sia, procediamo ora all'esame del ciclo evolutivo biologico dell'Infusorio in parola.

Supponiamo dunque che questo, in seguito all'assimilazione, ingrandisca fino ad assumere dimensioni doppie in tutto il suo corpo, e quindi sia nel macrocito, sia nel microcito e nel macrocitode. Seguirà allora la divisione.

Ho già fatto rilevare nelle pagine precedenti che, se in questo caso si può parlare di una vera divisione per il macrocito e per il microcito, non si può dire altrettanto per il macrocitode, nel quale non si osserva una vera divisione ma una neoformazione, una formazione *ex novo* di un secondo macrocitode. Questo fenomeno ha una grande importanza, come già vedemmo, perchè modifica sostanzialmente l'interpretazione di questa parte del corpo dell'Infusorio per rispetto a quella del macrocito. Ma, a parte questa considerazione, resta a vedersi ora quale significato debba darsi alla divisione.

Dobbiamo pur troppo constatare che anche in questo caso, come in molti altri, si fa da molti Biologi una deplorevole confusione tra generazione e riproduzione, vocaboli che pure hanno un significato ben diverso, contenuto implicitamente nella parola stessa.

Generazione indica semplicemente l'atto del generarsi, da un individuo unico, due o più altri individui, e ciò prescindendo dalla somiglianza o dalla identità degli individui nati col progenitore. Riproduzione è invece il nascere di un individuo identico od uguale al progenitore da cui ha avuto origine, come la parola stessa la indica. Non possono dunque questi due vocaboli essere usati promiscuamente.

Le Fillossere che nascono per partenogenesi presentano forme differenti dalle loro progenitrici; si tratta in questo caso dunque di una semplice generazione, e la riproduzione vera non ha luogo, se non quando dall' uovo d' inverno nasce la prima forma che ricomincia il ciclo vitale della specie.

Di generazione, e non di riproduzione, si parla giustamente quando, per esempio, dalle spore di una felce nasce il protallo, e di riproduzione si deve parlare quando dalla oosfera prende origine una nuova foglia.

Orbene, nel caso presente, quasi tutti i Biologi designano col nome di riproduzione, la generazione che ha luogo negli Infusorî con la divisione, il che indica implicitamente che essi ritengono che i due individui che ne nascono sieno uguali fra di loro e uguali al progenitore. Se noi dunque indichiamo con *a* l'insieme della costituzione chimica del primo Infusorio, dovremo indicare con *a* ed *a* anche la costituzione chimica complessiva dei due Infusorî che derivano dalla sua divisione, nello stesso modo che se con *a* indichiamo la costituzione complessiva dell'uovo fecondato, dobbiamo pure indicare con *a* ed *a* quella dei due blastomeri che derivano dalla sua prima segmentazione, nel caso in cui si supponga, come taluni fanno, l'uguaglianza dei due primi blastomeri con l'uovo.

Ma questa pretesa e supposta uguaglianza dei due Infusorî con il progenitore esiste realmente? Noi abbiamo ragione e diritto di chiedercelo e non possiamo asserire che la loro divisione debba considerarsi come una vera riproduzione, se non quando, e per i caratteri morfologici, e per quelli fisiologici, si possa dimostrare positivamente che questa uguaglianza perfetta esista.

Ora, se noi esaminiamo spassionatamente come si comportino i due Infusorî figli, sia per rapporto l'uno all'altro, sia per rapporto al progenitore, noi siamo per forza condotti a conchiudere in senso negativo piuttosto che in senso positivo alla loro uguaglianza. Tant'è vero che coloro stessi, che la divisione interpretano come una vera riproduzione, si trovano molto impacciati nello spiegare il comportamento diverso di questi Infusorî.

Sebbene il rilevare differenze morfologiche diventi in questo caso uno studio della massima difficoltà e delicatezza, trattandosi per lo più di minimi particolari che possono passare inosservati o sfuggire alle nostre indagini, tuttavia non mancano esempi che stanno a provare che differenze di tal natura esistono realmente. Tali sono quelle rilevate precisamente dal Simpson (1) fra i fratelli gemelli nati dalla divisione di un Paramecio e di una Stilonichia e recentemente anche da Pearl (2), e dallo stesso Enriques.

Più rilevanti e più accessibili alle nostre osservazioni sono però le differenze fisiologiche, specialmente per quanto riguarda le loro divisioni ulteriori.

Calkins (3) potè osservare che due Infusorî fratelli non si dividono nello stesso tempo e ciò indipendentemente dalle condizioni dell'ambiente. Lo stesso fatto è stato constatato da altri ed è facile constatarlo in qualunque momento, come pure è possibile rilevare che il tempo che decorre dalla nascita di un individuo alla sua divisione è qualche po' differente dal tempo che decorre dalla nascita dei suoi due figli alla divisione di uno di questi.

Or bene, se si esclude che questa differenza sia dovuta alle azioni esterne dell'ambiente, come Calkins stesso ammette, e come d'altronde si deve supporre poichè i fenomeni si riducono a limiti molto angusti di spazio e di tempo, è d'uopo per forza ammettere che tale diversa funzionalità dipenda da una corrispondente differenza nell'intima costituzione del corpo degli Infusorî. Ma, se questo si ammette, si viene implicitamente a riconoscere che la loro divisione può ben essere considerata altrimenti che una vera riproduzione.

---

(1) Simpson I. — The relation of binary Fission and Coniugation to Variation. — Rep. 71. Meet. Brit. Ass. Adv. Sc. 1902. — pp. 688-689. (citato da Enriques): La coniugazione e il differenziamento sessuale negli Infusorî, in: *Arch. f. Protistenkunde* — IX Bd. — 1907. — pag. 283.

(2) Pearl R. — A biometrical Study of Coniugation in *Paramaecium*, in: *Biometrika*, vol. V. — 1907 — pp. 213-217.

(3) Calkins N. — Studies on the Life-History of Protozoa, in: *Arch. f. Entwickelungsmech.* — Bd. XV — 1903 — p. 142.

Coloro che insistono tuttavia a ritenerla tale si trovano però impotenti a dare una spiegazione soddisfacente di questo fatto. Essi ricorrono perciò a supposizioni, a ipotesi, ad interpretazioni fantastiche, delle quali potrebbero fare a meno, se considerassero la cosa da un altro punto di vista.

Ma dal momento che noi constatiamo dai fatti che una simile uguaglianza non esiste e che anzi si rivela una differenza, perchè voler insistere nel ritenere la divisione come una riproduzione? Perchè non ammettere piuttosto che sia un fenomeno ben differente e che i due individui nati sieno diversi tra di loro e diversi dal progenitore?

Noi ci troviamo allora di fronte ad una quistione perfettamente analoga a quella del valore dei blastomeri per rapporto all'uovo e per rapporto a se stessi.

I due primi blastomeri sono uguali fra di loro e uguali all'uovo? Oppure sono uguali fra di loro e diversi dall'uovo? oppure ancora sono differenti fra di loro e differenti dall'uovo?

Naturalmente noi dobbiamo scegliere tra queste tre supposizioni non essendo possibile nessun' altra.

Ora io ho dimostrato nella II.ª parte del mio lavoro sopra citato, che le prime due supposizioni, sebbene in apparenza si presentino come probabili, devono tuttavia essere scartate, perchè conducono a risultati insostenibili. Del resto l'osservazione stessa ci dimostra che così non devono stare le cose. Se di fatto i due primi blastomeri fossero uguali e uguali per conseguenza fra di loro fossero anche tutti gli altri che ne derivano, noi dovremo vedere tutte le cellule di una blastula dividersi contemporaneamente. Ora tutti sanno che ciò non avviene. È bensì vero che a spiegare questo asincronismo di segmentazione si fa intervenire la presenza del vitello che ritarderebbe più o meno il fenomeno, e ciò io sono disposto ad ammettere volontieri. Ma è pur anche vero che l'asincronismo si osserva anche nelle uova in cui il vitello è scarsissimo ed anche in quei blastomeri che pur contengono una uguale quantità di esso. Questo ci dimostra adunque che l'asincronismo di segmentazione è dipendente da ben altre cause che non sieno queste meccaniche, e più propriamente dalla loro intima costituzione chimica.

Tutti questi fatti che diventano altrettanti enigmi, si spiegano però con la massima facilità con la mia interpretazione della assimilazione e della citodieresi.

Siccome io ammetto che la citodieresi non possa avvenire, se prima non si è compiuta la fase di assimilazione che porta allo sdoppiamento di tutte le biomolecole e quindi di tutti i biomori che compongono la cellula: siccome d'altra parte l'assimilazione consiste, come dimostrai, in una serie più o meno lunga di reazioni chimiche, è evidente che la durata di tutte queste sia dipendente dalla loro natura. Ne segue pertanto che, a parità delle condizioni fisico-chimiche in cui esse si compiono, tale durata potrà essere uguale nelle cellule della stessa costituzione chimica, ma sarà naturalmente diversa nelle cellule differenti nella loro natura intima. Se noi dunque ammettiamo che i blastomeri sieno differenti, niente di più naturale che sieno pure differenti le durate della loro fase di assimilazione, come, ammettendo pure differenti fra di loro gli Infusorî fratelli, niente vi è di più naturale che differenti sieno anche le loro fasi di assimilazione. Dal che segue che, se anche due Infusorî sono nati contemporaneamente, incomincieranno tuttavia la loro divisione in istanti diversi. Di qui quell'asincronismo di segmentazione o di divisione che io dimostrai di grande importanza nelle sue conseguenze ulteriori per l'origine della simmetria raggiata o bilaterale, e che spiega nel tempo stesso il decorso della segmentazione nell'uovo, presentando una mirabile coincidenza con quanto si osserva in natura.

Ciò premesso, se noi, secondo questa interpretazione, indichiamo con *a* l'Infusorio progenitore ex-coniugato, non indicheremo con *a a,* nè con *b b* i due Infusorî figli, ma li segneremo con *b c,* volendo con ciò rappresentarli nella loro costituzione intima differenti da *a* e differenti fra di loro.

Le ragioni suesposte per dimostrare, che *a* non si scinde nè in *a a* nè in *b b,* valgono anche per sostenere che *c* non non si scinde in *c c* nè in *d d,* ma bensì in due altri Infusorî differenti da *c* e differenti fra di loro, cioè per esempio in *d e,* e per dimostrare che *b* anche si divide in due altri differenti da *b* e differenti fra di loro.

A questo punto gioverà osservare che, seguitando su questo stesso ragionamento, ad ogni divisione si raddoppia naturalmente il numero degli Infusorî, così che, dopo *n* divisioni, si giungerà ad avere 2^{n-1} individui tutti provenienti dal primo. Ma poichè ad ogni divisione si ammette che quelli che ne nascono sieno sempre diversi dal progenitore, la differenza dei varî individui dal primo andrà via via accentuandosi. Ciò del resto è quanto si osserva precisamente in natura. Anche in questo caso adunque i fatti reali coincidono esattamente con le nostre previsioni teoriche.

Ora nel caso in cui l'individuo *b* a sua volta si divida, noi possiamo ammettere due cose possibili: o *b,* dividendosi, dà due individui differenti da *c* e *d*, oppure dà due individui uguali a *c* e a *d*, cioè l'uno uguale al fratello e l'altro uguale ad uno dei figli del fratello. Tutte e due queste cose, ripeto, sono possibili. Ma vediamo quanto diverse saranno le conseguenze.

Nel primo caso dalla divisione di *c* e di *b* si avranno quattro individui, tutti e quattro differenti fra di loro, e, se lo sviluppo continua nello stesso modo supposto, alla terza divisione si otterranno 8 individui tutti differenti, e così via di seguito. Se dunque noi supponiamo che, per esempio, la fase, raggiunta da uno di essi con queste successive modificazioni, rappresenti una fase adatta per la coniugazione, se cioè, in altre parole, ammettiamo che questo individuo abbia raggiunto quell'intima costituzione che rappresenta la sua maturità sessuale, certamente tutti gli altri avranno raggiunta una fase diversa da quella, cioè nella loro evoluzione avranno tutti tenuto una via differente. Di tutti gli individui che sono nati uno solo raggiungerà dunque la meta voluta, mentre gli altri avranno fuorviato dalla retta via. Tutta la moltiplicazione avvenuta durante le successive divisioni non servirà dunque a nulla. L'effetto utile delle divisioni sarà perciò interamente frustrato.

Questo modo di sviluppo, si noti bene, possibile in natura, io chiamai sviluppo poliodico, e dimostrai che nello sviluppo ontogenetico condurrebbe alla formazione di un organismo pluricellulare bensì, ma in cui ogni differenziamento istologico non sarebbe rappresentato che da un solo elemento. Che ciò possa avvenire, ripeto, non è da escludersi, ma è certo che non corrisponde alla massima parte dei casi da noi conosciuti, dove vediamo invece nei Metazoi essere i varî differenziamenti istologici rappresentati da molti e moltissimi elementi.

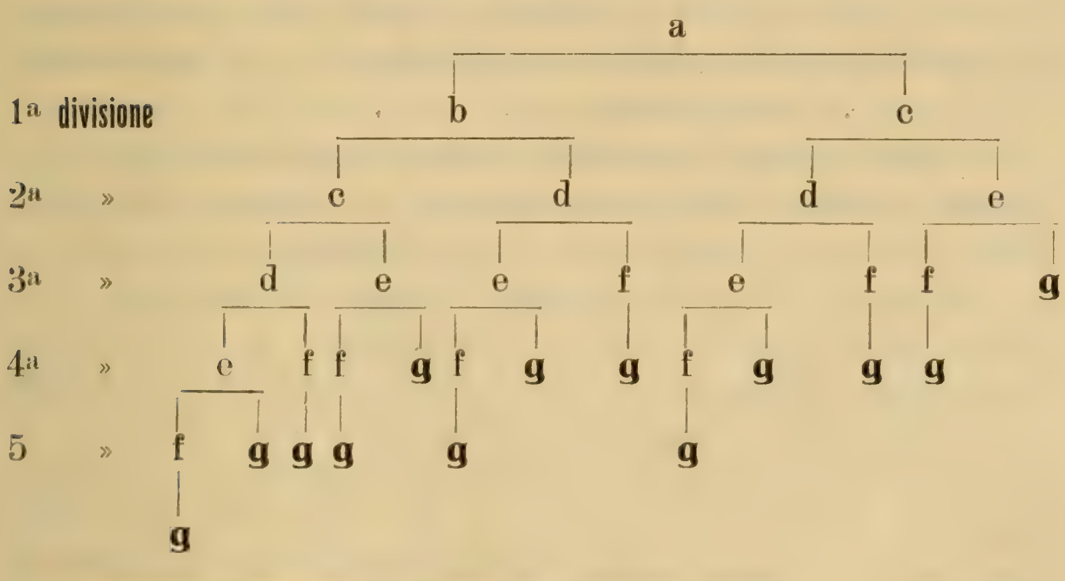
Nel secondo caso invece, se noi supponiamo che *c* si divida in *d e*, e *b* in *c d*; quindi *e* in *f g*; *d* in *e f*; *c* in *d e* noi otterremo alla terza divisione otto individui così segnati: *d e*; *e f*; *e f*; *f g*, dove si vede che uno di essi è in una fase più avanzata *g*, uno è in una fase ancora arretrata *d* e sei altri sono in due fasi intermedie cioè 3 nella fase *e* e 3 in quella *f*. E, se le divisioni procedono ulteriormente nello stesso modo, il numero totale degli individui crescerà, ma i rapporti si conserveranno sempre quali sono, cioè: uno sarà sempre nella fase più avanzata, uno in quella più arretrata, pur avanzando, si capisce, anche questa, e quelli delle fasi intermedie saranno cresciuti di numero, essendo però anche aumentato il numero delle fasi rappresentate.

Ognuno che voglia rendersi conto, seguendo il metodo da me ora indicato, delle conseguenze di questo modo di sviluppo che io chiamai monodico (1), potrà di leggieri constatare che in questa guisa tutti i singoli individui che nascono ad ogni divisione, pur essendo differenti, sono tuttavia istradati sulla stessa via. Essi seguono cioè un cammino unico, occupando su di esso punti differenti, ma siccome sono diretti nello stesso senso, la meta, che sarà raggiunta dal primo, sarà successivamente raggiunta a poco a poco anche dagli altri.

---

(1) Giglio-Tos E. — Les Problèmes de la Vie — II.e Partie — L'ontogénèse et ses problèmes — Cagliari — 1903.

Se dunque noi supponiamo, per esempio, che la maturità sessuale sia rappresentata dalla fase *g*, essa sarà raggiunta da un individuo fin dalla 3.ª divisione, ma non ancora dagli altri. Ma alla susseguente divisione i tre individui alla fase *f* avranno raggiunta anch' essi la stessa fase *g*, i 3 alla fase *e*, dividendosi, daranno 3 individui pur essi alla fase *g* e 3 a quella *f*, e quello alla fase *d*, dividendosi, darà *e f*. Così si avranno quattro *f*, che passeranno alla loro volta alla fase *g*, e, alla quinta divisione anche l' ultimo *e* si dividerà in due, di cui uno alla fase *g* e l'altro ancora a quella *f*, per passare poi anch'esso a quella finale *g*. Il che si può rappresentare nello schema seguente:



Onde far meglio spiccare tutti i vantaggi e le conseguenze di questo modo di sviluppo, gioverà metterlo a confronto con un altro, secondo il quale viene generalmente interpretata l'evoluzione ciclica degli Infusorî. Supponiamo cioè che ad ogni divisione esista bensì un cambiamento, ma questo avvenga ugualmente in tutti e due i figli: così *a* si divida in *b b*, i due *b* in quattro *c* e via di seguito. Noi potremo così facilmente constatare che solamente alla 6ª divisione si raggiungerà la fase *g*, e ciò contemporaneamente da 64 individui.

Nello sviluppo monodico adunque gli individui che, nati da un solo progenitore, raggiungono la fase *g* sono in numero assai minore: 13 solamente invece che 64. Ma, mentre la fase suddetta viene raggiunta da uno di essi fin dalla 3ª divisione, ed alla 5ª divisione è raggiunta da tutti, nell'altro modo di sviluppo la stessa fase non viene raggiunta che alla 6ª divisione e da tutti contemporaneamente.

Confrontiamo questi risultati teorici con i fatti conosciuti e noi vedremo quale dei due modi di sviluppo si accordi meglio con la realtà.

Se fosse vero questo secondo modo di sviluppo, secondo il quale si interpretano oggidì le cose da quasi tutti i Biologi, gli Infusorî fratelli dovrebbero essere sempre uguali fra di loro, il che, come sappiamo non è; in secondo luogo quelli provenienti da uno stesso progenitore dovrebbero entrare nella fase di maturità sessuale tutti nello stesso istante. Ora le osservazioni del Maupas e di altri dimostrano che ciò non avviene.

Nello sviluppo monodico noi dovremo invece osservare che gli Infusorî fratelli sono qualche po' differenti dal padre e tra di loro fin dall'origine, come precisamente avviene, e che la fase di maturità sessuale è raggiunta prima da uno, poi da alcuni, poi da molti, il cui numero va fino ad un certo punto crescendo per poi decrescere gradatamente fino a diventare nullo. Ora, chiunque ha avuto occasione di osservare una qualsiasi delle cosidette epidemie di coniugazione, oppure di esaminare come il Maupas ed altri descrivono il decorso di queste epidemie, non potrà far a meno di meravigliarsi della esattezza con cui i fatti reali coincidono con queste deduzioni teoriche. Le epidemie di coniugazione incominciano di fatto con rare coniugazioni qua e là fra la coltura, poi seguendo un crescendo che le porta ad un *maximum* e quindi un decrescendo che le conduce all'estinzione. Si potrebbe altrimenti che con lo sviluppo monodico spiegare in guisa semplice e naturale un simile decorso? Io non lo credo.

Ma, se si ammette lo sviluppo monodico, ne derivano anche altre conseguenze che hanno una grande importanza per i procedimenti da seguirsi nelle esperienze e nelle ricerche di questo genere.

Di fatto in una coltura di Infusorî, anche se derivati da un unico progenitore ex-coniugato, i varî individui che la formano non sono tutti uguali fra di loro, ma si trovano in fasi differenti del loro ciclo. Quindi non si deve credere, sperimentando su di essi, di aver a fare con elementi equipollenti.

Se si tratta, per esempio, di stabilire il numero delle divisioni necessarie per raggiungere la fase di maturità sessuale, è d'uopo assolutamente tener conto degli individui singoli. Nello schema suesposto, uno degli individui raggiunge tale maturità alla 3ª divisione come si è visto, ma gli altri alla 4ª ed alla 5ª, solamente, e se la fase di maturità si fosse supposta più lontana, il numero delle fasi intermedie sarebbe stato maggiore, e quindi la fase di maturità raggiunta dai varî individui della coltura si distribuirebbe per un numero di generazioni ancora maggiore.

Supponiamo per esempio che le varie fasi del ciclo sieno: *a b c d e f g h i k l m n o p* e che quest' ultima rappresenti la fase di maturità. Con lo sviluppo monodico questa sarà raggiunta da un individuo già dalla 7ª divisione, ma l'ultimo non la raggiungerà che alla 13ª divisione, dando origine ad un totale di 610 individui. In questo caso per ciò la maturità sarà raggiunta tra la 7ª e la 13ª divisione.

Quando adunque si tratta di stabilire la maturità di una coltura di Infusorî, bisognerà tener conto di questo fatto, come pure si dovrà andar molto cauti nel giudicare del numero delle generazioni dal numero degli individui della coltura, come si fa oggidì. Nel caso ora considerato, a mo' d'esempio, si crederebbe, secondo il solito metodo da tutti usato per conteggiare le generazioni, che i 610 individui viventi nella coltura rappresentino all'incirca quelli derivati dalla 10ª generazione, mentre noi invece sappiamo che essi derivano in parti diverse dalla 7ª alla 13ª generazione.

Supponiamo ora che prima della 7ª generazione si isolino e si sottopongano all'osservazione alcuni individui. I risultati saranno ben diversi a seconda del caso. Se per avventura si saranno isolati quegli individui che più si trovano avanzati nel ciclo, noi li vedremo giungere ben presto alla maturità e diventar atti a coniugarsi. Se invece il caso volle che si isolassero individui nelle fasi più arretrate, la maturità ritarderà assai più ad esser raggiunta. Questo serve dunque a spiegarci come sieno possibili discrepanze notevoli nei risultati ottenuti dai varî osservatori. risultati come si vede che dipendono dal non procedere con quel rigore che la delicatezza dell'osservazione richiederebbe.

Io ben vedo che un procedimento assolutamente rigoroso su queste basi si rende di una estrema difficoltà, ma nessuno potrà però negare che esso non sia indispensabile, se si desidera che i risultati degli esperimenti sieno attendibili. Senza un tale rigore questi risultati diventano incomparabili e naturalmente le conclusioni perdono molto del loro valore scientifico.

Da quanto finora si è detto risulta dunque che abbiamo buone ragioni per ritenere che gli Infusorî seguano nel loro ciclo vitale lo sviluppo monodico, o, per lo meno, non possiamo escludere che lo seguano, dato che questo è possibile e che è in grado di darci una esatta spiegazione di fenomeni che non si sanno spiegare altrimenti.

Ad ogni divisione dunque, tanto il macrocitode, quanto il macrocito ed il microcito vanno subendo una graduale trasformazione. Quella del macrocitode ci si rivela più o meno presto con differenze morfologiche, quelle del macrocito ritardano a rivelarsi e non si manifestano che quando sono già molto accentuate e quelle del microcito non ci appaiono se non quando dovrà dar luogo ai ben noti fenomeni della coniugazione

Ci troviamo, anche qui, in presenza di fenomeni analogi a quelli che si presentano nel ciclo vitale dei Metazoi, e che caratterizzano il loro invecchiare. Anche in questi, se noi ammettiamo che il loro sviluppo ontogenetico, (e intendo con questo vocabolo sia lo sviluppo embrionale, sia quello postembrionale fino alla morte, poichè non è possibile, nè v'è ragione di stabilire limiti di separazione tra questi due periodi della vita) si faccia secondo lo sviluppo monodico, come parecchie ragioni ce lo fanno credere, il corpo presenta una graduale trasformazione che si manifesta nelle cellule somatiche, corrispondenti al macrocito, nelle cellule sessuali, rappresentanti il microcito, e nei caratteri somatici ossia nei differenziamenti delle cellule somatiche corrispondenti al macrocitode.

Gli indizi a noi palesi di questa graduale trasformazione si manifestano a noi, dapprima e più visibili nei caratteri somatici, poi nelle cellule somatiche e infine nelle cellule sessuali non si rivelano, se non quando queste sono giunte all'estremità del loro ciclo evolutivo, cioè quando rigenerano i gameti da cui hanno avuto origine.

Noi siamo così tratti per forza a toccare lo scabroso argomento della vecchiaia e della morte.

Già da alcuni anni (1), nell'esporre le conseguenze de lo sviluppo monodico che posi come base di tutta l'ontogenesi organica, io dimostrai che, secondo la mia interpretazione, si è necessariamente indotti a ritenere la morte come un fenomeno fatale, che è la conseguenza naturale e necessaria della vita stessa delle cellule somatiche. Non già, come sovente si sente dire e ripetere, che la vita logori l'organismo. È questa un'espressione che dovrebbe esser bandita dalla scienza! Ma nel senso che se la formazione dell'organismo è basata, come dimostrai, su di una serie graduale di trasformazioni, è ovvio, è inevitabile che questa serie, per quanto possa essere lunga, e di qui dipenderà la durata della vita dell'organismo, avrà tuttavia una fine. Sarebbe di fatto assurdo il credere che così non sia. Essa ha fine anche per le cellule stesse generative, ma siccome in queste la conseguenza finale di tutta questa serie delle loro trasformazioni speciali è, come dimostrai, la rigenerazione di elementi uguali ai primitivi da cui esse stesse derivarono, il loro ciclo può ricominciare nuovamente da capo, e quindi esse ci appaiono come immortali.

---

(1) Giglio-Tos E. — Les Problèmes de la Vie. — II. Partie. — L'ontogénèse et ses problèmes. — Cagliari — 1903 — Chap. XII.

Enriques (1), nel ricercare le cause della morte, le attribuisce ad un progressivo diminuire delle attitudini assimilatrici, ma evidentemente non fa in questo caso che constatare un fatto senza darne una spiegazione. In realtà egli non fa che spostare la quistione, perchè allora ci possiamo naturalmente chiedere per qual ragione queste attitudini assimilatrici debbano diminuire se, come generalmente si intende, nella divisione cellulare le cellule che ne derivano sono uguali alla cellula madre! Egli è perciò condotto ad ammettere che la vecchiaia « sia la conseguenza delle stesse « modificazioni che hanno cominciato a svolgersi fin dal« l'inizio della vita individuale e che, progredendo sempre « nello stesso senso, presentano per alcune resultanti un « massimo nel periodo medio della vita » (pag. 23). Pur egli dunque è forzato ad ammettere questa graduale trasformazione, ma del modo con cui avvenga e della causa che la produca non sa rendersi ragione. Se egli avesse conosciuto il mio lavoro suddetto e posto mente alle conseguenze dello sviluppo monodico, non solamente vi avrebbe già trovato svolte idee assai affini e analoghe alle sue, ma avrebbe potuto comprendere da quale principio semplicissimo abbia origine questa graduale trasformazione degli esseri, che, per una serie ininterrotta di mutamenti chimici degli elementi cellulari, iniziata fin dai primi istanti della esistenza, li trae fatalmente alla morte che ne segna il termine estremo.

La vecchiaia e la morte, partendo dal principio ammesso dello sviluppo monodico, sono dunque, come si vede, due fenomeni così intimamente connessi con la vita del soma che fanno parte integrale indissolubile del fenomeno vitale e ripugna alla nostra mente il supporre che possa essere altrimenti. Ognun vede quanto le conclusioni, a cui noi siamo condotti, sieno diverse da quelle che hanno oggidì coloro che continuano a interpretare l'ontogenesi e lo svisviluppo dell'organismo alla stregua di principî assolutamente errati, per quanto universalmente ammessi.

---

(1) Enriques P. — La morte, in: *Rivista di scienza.* — vol. II., n. III. — 1907.

Anche il macrocito degli Infusorî è dunque tratto fatalmente alla morte dopo una serie più o meno lunga di divisioni. Anche le trasformazioni chimiche graduali che egli va subendo ad ogni generazione devono pure avere un fine. Verrà cioè l'istante, in cui le biomolecole che lo compongono, avranno assunta una costituzione tale che non permetteranno più quegli scambi di gruppi atomici da cui risulta l'assimilazione. E questo istante segnerà fatalmente la morte del macrocito. Di qui quelle alterazioni che tutti coloro che si occuparono di questo argomento poterono facilmente constatare, e che sono appunto ritenute come sintomi di degenerazione senile degli Infusorî.

Secondo Enriques però, questi fenomeni sono dovuti all'azione degli agenti esterni, alle cattive condizioni di vita. E questo può anche esser vero. È molto probabile che le condizioni dell'ambiente, se sfaverevoli alla vita degli Infusorî, inducano modificazioni e alterazioni nel macronucleo. Ma queste alterazioni accidentali, se anche dimostrate vere, non escludono quelle normali, come il dimostrare che si può morire per qualche accidente, non esclude che esista la morte naturale.

Ammesso dunque che il macrocito debba morire, si rende necessario, per la continuazione della specie, che esso si rinnovi, nello stesso modo che la morte del soma nei Metazoi esige, per il mantenimento della specie, che esso si rinnovi in altri individui. Questo rinnovamento, noi lo sappiamo, procede dal germe, dalle cellule sessuali, quindi negli Infusorî il rinnovarsi del macrocito procederà dal microcito che ne rappresenta appunto il plasma germinativo.

Ma affinchè questo avvenga è necessario che la costituzione del microcito ridiventi quale era quando all'inizio del ciclo vitale che noi consideriamo aveva dato origine al primitivo macrocito. È necessario dunque che esso ritorni alla costituzione originaria, come appunto le cellule germinative dei Metazoi, per dare origine ad un nuovo organismo, è indispensabile che ritornino ad assumere la costituzione che avevano i due primi gameti da cui esse derivano. È necessaria insomma la rigenerazione di un germe uguale al primitivo.

Quanto abbiamo supposto per le cellule germinative dei Metazoi, noi non abbiamo dunque che supporlo per il microcito. Nello stesso modo che, ad incominciare dall'uovo, le cellule genetiche dei Metazoi vanno subendo una graduale trasformazione che costituisce il loro periodo di preparazione, di cui le singole citodieresi segnano le tappe, così il microcito segue, dall'Infusorio primo progenitore fino a quello che si dovrà coniugare, una serie di trasformazioni chimiche analoghe, di cui le divisioni segnano le varie tappe, e che con il loro insieme costituiscono il periodo di preparazione sessuale del microcito. Nella stessa guisa che il risultato finale di queste trasformazioni chimiche nelle cellule sessuali dei Metazoi è quello di portare le loro biomolecole ad essere fra loro addizionabili, così, al termine del periodo di preparazione, le biomolecole dei microciti giungeranno ad essere anch' esse addizionabili. Questo risultato si avrà nell'Infusorio stesso che si coniugherà, nel quale si compierà l'ultima fase del ciclo del microcito, cioè la sua fase di maturazione. Il microcito di questo Infusorio diventa dunque omologo ad un gonocito di un Metazoo, e nell'istante in cui, dopo il suo accrescimento, incomincierà la prima delle due divisioni successive di maturazione, sarà perfettamente equivalente ad un gonocito di primo ordine dei Metazoi.

Come in questi ultimi si è durante il periodo di preparazione che si compie la moltiplicazione delle cellule genetiche, così, anche negli Infusorî, la moltiplicazione si fa durante il periodo di preparazione segnato dalle varie divisioni. La sola differenza che intercede tra i Metazoi e gli Infusorî sta in ciò che nei primi le cellule somatiche e le cellule genetiche risultanti dalle divisioni stanno le une separate dalle altre, ma raggruppate per formare un soma ed un organo riproduttore pluricellulari, mentre nei secondi le cellule risultanti da ogni divisione siano esse somatiche, i macrociti, o riproduttrici, i microciti, se ne stanno sempre separate, dando origine ad altrettanti individui, in cui, tanto il soma, quanto l'elemento riproduttore sono formati di una sola cellula. Ma, se colla nostra immaginazione ci rappresentiamo riuniti in una massa unica tutti gli individui derivati da un unico Infusorio durante le varie generazioni, noi otteniamo un organismo pluricellulare, così come lo è un Metazoo, con questa sola differenza fondamentale, che in quest'ultimo le cellule somatiche e quelle genetiche formano due masse cellulari a sè indipendenti e distinte, mentre nell'aggregato ideale supposto ogni cellula somatica conterrebbe una cellula genetica, e quindi queste cellule si troverebbero così distribuite in ogni singolo elemento del soma. (Si confrontino a questo scopo le fig. 2 e 3).

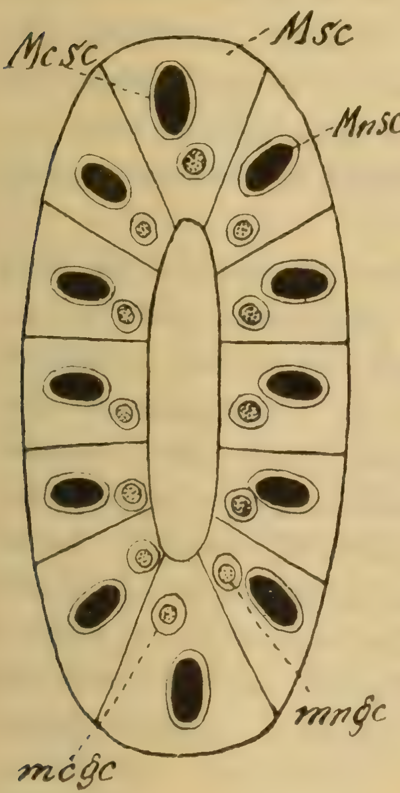


Fig. 2

Schema rappresentante gli individui derivati dalla divisione di un solo Infusorio. — *Msc* = macrocitode (somatico) — *Mcsc* = macrocito (somatico) — *Mnsc* = macronucleo (somatico) — *mcgc* = microcito (gonocito) — *mngc* = micronucleo (gonocitico).

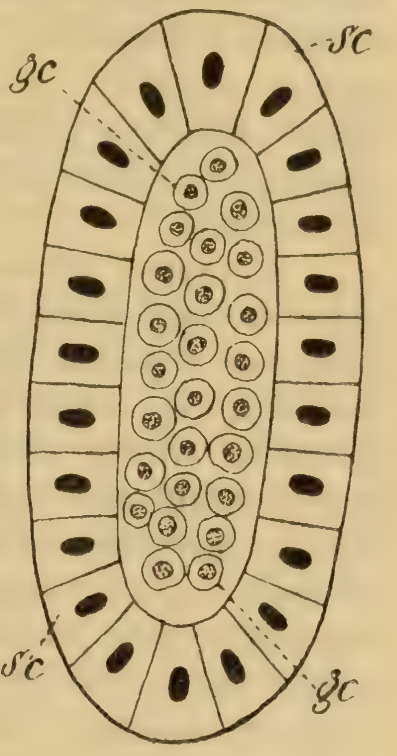


Fig. 3

Schema rappresentante il corpo di un metazoo: *sc* = cellule somatiche — *gc* = gonociti.

Giunto il microcito alla fase di addizione biomolecolare avverrà dunque in esso quanto abbiamo descritto per le cellule sessuali dei Metazoi. Se la preparazione sarà avvenuta in senso maschile, l'addizione biomolecolare produrrà la scomparsa delle biomolecole femminili a favore della rigenerazione di quelle maschili. Il microcito diventerà da quell'istante esclusivamente formato di elementi maschili, quindi si avrà riduzione a metà del numero normale dei cromosomi, formazione di tetradi, due divisioni successive senza fase intermedia di assimilazione e produzione di quattro microciti maschili, ognuno con metà del numero normale di cromosomi e metà della quantità normale di cromatina. Se invece la preparazione si sarà compiuta in senso femminile, l'addizione biomolecolare produrrà la scomparsa delle biomolecole femminili, e, in seguito a fenomeni perfettamente analogi a quelli ora esposti, si otterrà la produzione di quattro microciti esclusivamente femminili, ognuno con un numero di cromosomi e con una quantità di cromatina metà del normale.

Si capisce allora di leggieri come microciti di tal fatta sieno incompleti rispetto al microcito originario, come incompleti sono i gameti dei Metazoi rispetto al germe primitivo fecondato. E, come in questi ultimi la reintegrazione del germe si ottiene con la fecondazione, cioè con l'unione dell'elemento maschile con quello femminile, così negli Infusorî la ricostituzione integrale dei microciti, dopo la maturazione, esigerà l'unione di un microcito maschile con quello femminile. Solo allora ne risulterà un microcito uguale a quello del primo Infusorio ex-coniugato, cioè formato di elementi maschili e di elementi femminili e quindi capace di riformare un nuovo macrocito.

Per tal modo il ciclo evolutivo dell'Infusorio è chiuso e può ricominciare da capo un nuovo ciclo. Ed ecco spiegata in modo esauriente e semplice la necessità e l'essenza della coniugazione di questi esseri.

Secondo Enriques (1) invece « l'effetto (lo scopo) « della coniugazione sarebbe quello di mantenere una certa « fissità della specie e ciò sarebbe utile nella lotta per

---

(1) Enriques P. - La coniugazione e il differenziamento sessuale negli Infusorî, in: *Arch. f. Protistenkunde* — Bd. IX — 1907 — p. 288.

« l'esistenza, che meglio si deve compiere coll'azione col-
« lettiva di individui uguali ».

Converrà anzitutto notare che questo modo di interpretare le cose è troppo teleologico, perchè possa essere ritenuto come una spiegazione del fatto. Il dire, che un fenomeno qualsiasi serve ad un determinato fine, non è certo spiegare o rivelare la causa che la produce. Ora parmi che, nella scienza, di questa ricerca causale dobbiamo occuparci, non della finale. Eppure è talmente diffuso nei Biologi questo modo di ragionare che tutta la Biologia moderna ne è inquinata con grave danno della scienza e con evidente fuorviamento d'ogni retto raziocinio!

Ma nel caso presente l'interpretazione suddetta, a chi ben la esamini, si riduce ad essere la constatazione di un fatto, ormai noto a chiunque, come fenomeno fondamentale della Biologia.

Tanto Enriques quanto Pearl (1) che viene, in un suo recente lavoro sulla variazione degli Infusorî, a conclusioni analoghe sull'effetto della coniugazione, sono indotti a darne una simile interpretazione dall'aver constatato che con il procedere delle divisioni gli Infusorî delle nuove generazioni vanno subendo graduali variazioni, che tutti e due attribuiscono all'azione dell'ambiente esterno, e dall'aver inoltre osservato che per effetto della coniugazione essi ritornano al tipo di forma primitivo. Parrebbe dunque che la coniugazione agisca in certo modo come un freno alla variabilità, riconducendo periodicamente questa nei limiti ristretti e determinati.

Una cosifatta interpretazione si spiega facilmente, se noi pensiamo che quei Biologi considerano le divisioni degli Infusorî come vere riproduzioni e la coniugazione quindi come un fenomeno di altra natura della fecondazione dei Metazoi e perciò anche differente pei suoi effetti.

Ma noi abbiamo dimostrato nelle pagine precedenti, che questa interpretazione non è proprio esatta o per lo meno che, se si interpretano le divisioni come semplici generazioni e non come riproduzioni e la coniugazione come un fenomeno omologo alla fecondazione e quindi alla riproduzione nei suoi effetti, le cose si spiegano assai più facilmente e con naturale chiarezza.

---

(1) Pearl R. — A biometrical Study of Coniugation in *Paramaccium,* in: *Biometrika* — vol. V. — 1907 — p. 213-217.

Che le variazioni esistano e vadano aumentando ad ogni generazione è un fatto constatato che assume, come vedemmo, una grande importanza nella nostra interpretazione, in quanto vengono a confermare che le divisioni non rappresentano altrettante riproduzioni. È bensì vero che Enriques e Pearl attribuiscono queste variazioni all'azione dell'ambiente, ma abbiamo dimostrato che, se anche si vuol concedere che realmente una parte delle variazioni sieno dovute alle azioni esterne, bisogna pur riconoscere che un'altra gran parte di esse sono dipendenti da condizioni intrinseche all'organismo.

Se, come noi abbiamo fatto, tutti gli Infusorî derivati da un unico progenitore ex-coniugato si paragonano alle cellule che in un Metazoo derivano dall'uovo fecondato e ne formano il soma, non v' è a stupirsi che essi vadano variando ad ogni generazione, precisamente come vanno gradatamente variando le cellule somatiche ad ogni citodieresi fino ad assumere il loro caratteristico differenziamento istologico.

Se poi, come appunto sosteniamo con la nostra interpretazione, l'Infusorio dopo la coniugazione ricostituisce un microcito e di qui un macrocito uguali a quello del suo primo progenitore, che v' ha di più naturale, di più evidente che questo Infusorio ripresenti di nuovo i caratteri del suo progenitore? Esso ricomincia da capo un nuovo ciclo evolutivo che condurrà a nuove variazioni nelle successive generazioni, finchè una nuova coniugazione restituirà le cose nello stato primitivo.

Che la coniugazione dunque serva, così intesa, a limitare la variabilità è cosa ovvia, che non ha bisogno di dimostrazione. Ma possiamo dire che sotto questo punto di vista hanno pure lo stesso effetto la fecondazione e la riproduzione. Quando da un uovo fecondato si sviluppano le varie cellule somatiche così differenti fra di loro e dall'uovo non si hanno forse esempi analogi di variabilità? E quando con la fecondazione si ricostituisce un uovo uguale al primitivo non si ha forse una limitazione a questa variabilità, cioè un ripristino di una cellula uguale di nuovo alla primitiva?

Anche considerata sotto questo aspetto la coniugazione degli Infusorî si presenta perfettamente corrispondente nei suoi effetti alla fecondazione ed alla vera riproduzione dei Metazoi ed è, credo, perfettamente inutile il cercare di essa una interpretazione speciale con mire finalistiche e misteriose, quand'essa non fa nè più nè meno di quello che la fecondazione faccia negli altri esseri.

Riproduzione significa produzione di un individuo uguale o simile al progenitore, cioè capace di compiere un ciclo vitale uguale al suo. Se così non è, non può essere chiamata riproduzione, ma semplicemente generazione. Così avviene nelle generazioni alternanti. Anche in questi casi la vera riproduzione che segue alla fecondazione riconduce il ciclo vitale al suo punto di partenza, imponendo naturalmente un limite alla serie di variazioni che caratterizzano per l'appunto la vita di questi organismi eterogenetici.

Prima di por termine a questa troppo lunga esposizione dovrò tuttavia aggiungere alcune considerazioni di secondaria importanza nell'argomento che ci occupa, ma non trascurabili, specialmente quando si tratta di comparare i risultati ottenuti da diversi osservatori. Sono del resto considerazioni che fluiscono in modo semplice e naturale dalle nostre stesse premesse.

Come nei Metazoi, così anche negli Infusorî, noi abbiamo implicitamente supposto che le biomolecole maschili e quelle femminili sieno differenti per costituzione e specialmente per numero di atomi. Ciò ci porta per forza ad ammettere che i periodi di preparazione maschile e femminile non sieno di egual durata, il che equivale a dire che il numero delle divisioni necessarie per raggiungere la fase di maturità sessuale sia differente nei due casi (1).

---

(1) Giglio-Tos E. — Les Problèmes de la Vie. — III. Partie. — La fécondation et l'hérédité. — Cagliari — 1905. Chap. VI e IX.

Di questo o converrà tener conto assolutamente nel fare ricerche sugli Infusorî. Potrà di fatto avvenire, che, pur esperimentando sulla stessa specie e pur procedendo con tutto il rigore possibile nel conteggiare le divisioni, due osservatori non si trovino d'accordo nello stabilire il numero delle generazioni necessarie per la maturità sessuale. Già esistono discrepanze notevoli di tal natura tra i risultati finora ottenuti, il che porta a discussioni sterili senza modo di trovar via di uscita, per la sola ragione che non si tiene conto di questa possibile differenza di sesso tra gli Infusorî osservati, sebbene della stessa specie.

Sia la maturità sessuale maschile raggiunta in una specie di Infusorio alla 30.ª generazione per esempio, e quella femminile alla 45.ª. Un osservatore che esamini una coltura in cui esistano promiscuamente individui dei due sessi di questa specie, come di fatto è il caso quando si osservano le coniugazioni, rimarrà naturalmente molto impacciato nello stabilire esattamente l' epoca della maturità sessuale perchè si troverà di fronte ad individui che raggiungeranno questa maturità presto ed altri invece assai più tardi. Lo stesso osservatore, esaminando colture provenienti da un solo individuo, potrà trovare che nell'una gli Infusorî giungono a maturità dopo un numero di generazioni minore che nell'altra e sarà indotto a credere che ciò sia dovuto a condizioni estrinseche all'organismo dell'Infusorio, mentre invece la differenza potrà essere dovuta esclusivamente alla corrispondente differenza di sesso. Altrettanto avverrà se due osservatori, esaminando la stessa specie, l'uno per caso avrà da fare con individui maschili e l'altro con individui femminili.

Con tale quistione si connette pure quella della sessualità.

Noi non vogliamo qui indagare quale sia la causa determinante il sesso degli Infusorî, ma, appunto perchè questa causa non si conosce, gioverà negli esperimenti e nelle deduzioni che se ne traggono, tener conto di tutte le possibili eventualità.

La determinazione del sesso, cioè quell'ignota causa che determina il microcito a seguire nelle sue trasformazioni chimiche l'indirizzo maschile e non il femminile o viceversa, potrà in certi casi avvenire fin nel primo Infusorio ex-coniugato, oppure in un istante qualsiasi del loro periodo di preparazione, nella stessa guisa che nei Metazoi il sesso può già essere determinato nell'uovo stesso, oppure non lo sarà che in un istante qualsiasi dello sviluppo ontogenetico. nel qual caso esisterà un periodo, intercedente tra la prima segmentazione e l'istante in cui avverrà la determinazione. in cui le cellule genetiche non saranno ancora nè maschili nè femminili, e quindi neutre. Tale periodo io appunto distinsi col nome di neutro.

Se dunque negli Infusorî noi consideriamo possibili questi due casi, (e lo dobbiamo fare appunto perchè ignoriamo in quale istante la determinazione avvenga) noi arriveremo negli esperimenti a risultati differenti.

Supponiamo di fatto che la determinazione del sesso, si faccia in una data specie di Infusorio, subito dopo avvenuta la coniugazione. Farò qui osservare come ciò diventi possibile, sia che esista una differenza nei microciti. tale che determini già la via che esso dovrà seguire nelle sue trasformazioni chimiche ulteriori, differenza che per ora sfuggirà alle nostre indagini ma che potrebbe essere un qualche cosa di analogo alla presenza di un cromosoma accessorio nella determinazione del sesso in alcuni insetti. secondo Sutton ed altri sostengono; sia che le condizioni dell'ambiente agiscano già sul primo Infusorio, subito dopo la coniugazione, determinandovi la direzione secondo cui deve avvenire la sua maturazione sessuale. In ognuno di questi due casi però il risultato finale sarà lo stesso, cioè i discendenti di questo Infusorio diventeranno tutti dello stesso sesso. e perciò o tutti maschili o tutti femminili.

Se le cose avvengono realmente, come ora supponiamo, ognuno vede come quell'interessante fatto su cui chiamò l'attenzione il Maupas, che i discendenti di uno stesso Infusorio ex-coniugato, sebbene maturi per la coniugazione. non possono tuttavia coniugarsi, riceve una spiegazione ben più semplice e plausibile di quella che il Maupas vorrebbe, ricercando la causa della sterilità nell'unione fra consanguinei. L'impossibilità di coniugazione tra i discendenti di uno stesso progenitore non è in tal caso dipendente da altra causa che dall'essere questi discendenti tutti dello stesso sesso. Che v' è allora di più naturale che l'impossibilità di fecondarsi, se gli individui che sono maturi per la coniugazione sono tutti e due maschili o tutti e due femminili? Avverrebbe forse nei Metazoi la fecondazione in casi analogi? Mi pare che non è possibile una spiegazione più semplice, più naturale e migliore di questa e certo, se il Maupas avesse nelle sue considerazioni tenuto il dovuto conto di tutte queste possibili eventualità, non sarebbe giunto a quelle conclusioni sugli effetti dell'unione consanguinea che sono per essi stessi altrettanto misteriosi, quanto la fecondazione e che non hanno fondamento veramente scientifico. A ciò egli evidentemente fu condotto perchè considerò i due Infusorî coniugati come ermafroditi: egli partì così da una premessa non dimostrata e giunse a conclusioni probabilmente errate.

Nel secondo caso invece, qualora cioè si supponga che la determinazione del sesso avvenga non già fin dal primo progenitore ex-coniugato, ma incominci in una qualsiasi delle generazioni, otterremo risultati differenti a seconda dei casi.

Dall'Infusorio ex coniugato isolato si otterranno discendenti, i quali potranno essere di sesso diverso o di uno stesso sesso. Ciò dipenderà naturalmente dalle condizioni in cui si trovano gli individui della generazione dalla quale comincia il differenziamento sessuale.

Non bisogna qui dimenticare che, nello sviluppo monodico, gli individuî discendenti da uno stesso progenitore non possono raggiungere una determinata fase della loro evoluzione tutti contemporaneamente, ma che anzi, per necessità, vi arrivano successivamente. L'arrivo dunque di tutti i discendenti alla fase di determinazione sessuale si farà gradualmente, come ho dimostrato, con un crescendo fino ad un *maximum* e poi con un decrescendo, per quanto riguarda il numero di essi. Se dunque le condizioni dell'ambiente, determinanti il sesso, qualunque esse sieno, sono di natura tale che determinino negli Infusorî che primi arrivano alla fase di determinazione sessuale l'evoluzione in senso maschile, perchè tutti gli altri che successivamente vi arriveranno seguano la stessa direzione, bisognerà che queste condizioni non cambino affatto, ma si mantengano anzi perfettamente costanti. In questo caso tutti i discendenti di un Infusorio saranno dunque dello stesso sesso e quindi il risultato finale sarà identico a quello che abbiamo or ora considerato.

Ma se invece tali condizioni, com'è probabile che in molti casi avvenga, non si mantengono assolutamente costanti, i primi Infusorî che giungono alla fase di determinazione sessuale seguiranno una direzione e gli altri un'altra. I discendenti di uno stesso progenitore saranno dunque in questo caso di sesso differente.

Non è però implicitamente detto, anche in questo caso, che la coniugazione fra questi Infusorî consanguinei sia possibile. Non si può qui trascurare un altro fattore che può avere negli Infusorî tanta importanza quanta nei Metazoi. Intendo alludere alla dicogamia.

È noto che nei Metazoi e nei Metafiti ermafroditi l'autofecondazione non è possibile, o per lo meno molto improbabile. Questo fatto, che venne per lungo tempo considerato con concetto teleologico, come disposizione atta ad impedire l'unione consanguinea con tutti i pretesi inconvenienti che l'accompagnano, oggidì, con criteri assai più scientifici e causalistici, è stato contastato invece non dipendere da altro che dal venire i prodotti sessuali a maturità in epoche differenti. Di qui la necessità dell' eterofecondazione negli ermafroditi e la necessità di un *receptaculum seminis*, che serva a mantenere in vita gli spermatozoi fino a tanto che anche le uova giungano a maturità.

Ora, se negli Infusorî le cose stanno nello stesso modo, come non abbiamo ragione di negare e come d'altronde risulta evidente dalla mia interpretazione della fecondazione, è naturale che anche nel caso che gli Infusorî discendenti da un solo progenitore sieno di sesso diverso, la coniugazione potrà anche non aver luogo, per la semplice ragione che, quando sono giunti a maturità gli individui maschili, non lo sono ancora quelli femminili e viceversa.

Ma se da una coltura di tal fatta si esportano alcuni individui e il caso voglia che questi tutti o in parte sieno maschili e pronti alla coniugazione, e si immettono in un'altra coltura, allora i risultati potranno essere ben differenti a seconda dei casi.

Se per caso la coltura in cui si immettono contiene individui tutti maschili la coniugazione sarà anche qui impossibile. Lo stesso avverrà se gli individui di questa seconda coltura saranno, per avventura, femminili bensì, ma non giunti ancora alla maturità sessuale. Se invece gli individui saranno femminili e maturi, importandovi quelli maschili maturi della prima coltura, è evidente che la coniugazione avrà buon esito. Lo stesso si dica, se gli individui maturi importati nella seconda coltura sono femminili e quelli di quest'ultima sono maschili.

Avendo allora verificato che taluni individui non si coniugano in una coltura, mentre si coniugano nell'altra, saremo tratti ad attribuire questo diverso modo di comportarsi all'azione delle condizioni esterne, a credere cioè che la coltura abbia una parte importante nel determinare le coniugazioni, mentre in realtà non è così. Gli esempi ora citati non hanno altro scopo che di dimostrare come appunto si debba andare molto cauti nel trarre conclusioni dai risultati degli esperimenti. I fatti sono fatti e senza dubbio hanno un'importanza capitale nella scienza, ma ogni scienziato non può fare a meno di trarre dai fatti delle conclusioni, ed è qui dove si può cadere in errore facilmente, se non si ha la precauzione di esaminare attentamente tutti i modi possibili di considerare le quistioni e tutte le interpretazioni che si possono dare dei fatti osservati.

Questi appunti si possono fare, sia ai lavori del Maupas, come già ho dimostrato, sia ancora a quelli dell'Enriques. Io non intendo già dire con ciò che gli esperimenti condotti dall'Enriques su questo argomento sieno destituiti di valore, ma semplicemente voglio porre in guardia i Biologi contro le conclusioni che se ne deducono. Non si può negare certamente, e sarebbe mala fede il farlo, che nel cambiare la coltura agli Infusorî l'Enriques abbia ottenuto la loro coniugazione, ma, quando si considerano questi risultati alla stessa stregua da me proposta, sorge il dubbio che quanto l'Enriques ne deduce non sia forse rigorosamente esatto ed abbia attribuito a cause estrinseche all'Infusorio ciò che invece è dipendente da cause intrinseche.

Certo il procedere ad esperimenti con tutto quel rigore che esigerebbe la scienza, secondo il mio modo di interpretare questi fenomeni, è una cosa difficilissima e non saprei se attuabile in ogni caso; ma, dato pure che ciò non fosse possibile, sarà però sempre stretto dovere dello scienziato il tener conto che dai risultati da lui ottenuti si possono trarre conclusioni ben differenti a seconda dei punti di vista da cui essi si considerano, il che, a quanto mi pare, non si fa sempre dai Biologi.

Altrettanto si può dire per quanto riguarda la senescenza degli Infusorî e la necessità della coniugazione.

Da alcuni anni Enriques cerca con esperimenti condotti con tutta quella precisione che gli è possibile, di dimostrare che non ha fondamento di vero la tesi sostenuta dal Maupas che la coniugazione sia necessaria per gli Infusorî, senza di che sono fatalmente destinati a morire. Egli asserisce e vuole provare due cose a questo proposito: 1°) che i così detti fenomeni di degenerazione senile del macronucleo sono prodotti dagli agenti esterni, dalle cattive condizioni della coltura; 2°) che la divisione degli Infusorî può ripetersi indefinitamente senza che intervenga la coniugazione.

Abbiamo già fatto osservare nelle pagine precedenti come, pur ammettendo che le condizioni dell'ambiente possano produrre alterazioni del macronucleo, simili a quelle della senescenza, non si può tuttavia con ciò negare i fenomeni della senescenza, nello stesso modo che il dimostrare che si può morire di malattia infettiva non esclude che si debba morire di morte naturale.

Quanto alla seconda asserzione gioverà fare alcune considerazioni.

Esistono nell'Infusorio due parti essenziali: il macrocito ed il microcito, corrispondenti come dimostrai l'uno alle cellule somatiche l'altro alle cellule genetiche dei Metazoi. È dunque necessario non confonderle nelle deduzioni che si traggono dagli esperimenti.

Quando si dice, per esempio, che una specie determinata di Infusorio è matura per la coniugazione alla 30ª generazione, ciò vuol dire semplicemente, che la costituzione del microcito, a quella generazione, è quale si richiede per i fenomeni della maturazione, cioè per l'addizione biomolecolare ed i fenomeni che ne seguono, ma ciò non vuol dire ancora che sia, a quella generazione stessa, chiusa definitivamente la serie delle trasformazioni che può subire il macrocito. Nella stessa guisa che, nella maggior parte dei Metazoi, la serie delle trasformazioni caratteristiche delle cellule genetiche finisce, dopo un certo numero di divisioni, con la produzione delle cellule sessuali, ma le trasformazioni delle cellule somatiche continuano ancora per un tempo più o meno lungo, così può negli Infusorî il macrocito continuare ancora le sue trasformazioni e quindi per divisione dare origine ad altri individui per un tempo più o meno lungo dopo l'epoca della maturazione del microcito.

Può darsi benissimo che, anche negli Infusorî, esistano specie, nelle quali a somiglianza di certi Metazoi, come molti Insetti per esempio, la fine delle trasformazioni della cellula somatica, il macrocito, coincida press' a poco con quella della cellula genetica, del microcito. Nel qual caso solamente, come negli Insetti suddetti, la morte del soma coinciderà quasi con la riproduzione. Ma può anche darsi che ciò non avvenga e di questi casi possibili bisogna tenere il dovuto conto.

Pertanto, quando Enriques nelle sue colture ottiene che le divisioni degli Infusorî continuino assai al di là della fase di maturazione del microcito, si possono fare due osservazioni: anzi tutto che questa fase di maturazione, come ho dimostrato, è difficile a stabilirsi con esattezza, dato appunto il metodo solito per il conteggio delle generazioni che dimostrai mancante della precisione voluta; in secondo luogo che non è escluso che egli si sia trovato nei suoi esperimenti ad aver da fare con specie, dove per l'appunto la durata delle trasformazioni del macrocito sia più lunga assai di quella delle trasformazioni del microcito.

Sta il fatto, è vero, che egli ha prolungato le colture per un tempo assai lungo, ma, se anche si vuol ammettere che durante tutto questo tempo non abbia proprio avuto luogo neanche una sola coniugazione, il che è cosa molto dubbia, gioverà tuttavia notare che la lunghezza del tempo è cosa relativa.

Anche Calkins (1) dalle sue prime osservazioni era stato indotto ad una conclusione simile a quella dell' Enriques, ma dovette ricredersi quando, avendo prolungato ancora di più le sue colture, potè constatare la comparsa dei fenomeni di senescenza e la morte degli Infusorî.

Enriques potrà rispondere, come appunto fa osservare nei suoi lavori, che il protrarre più oltre le colture diventi praticamente quasi impossibile, ed io non nego che, se non impossibile, per lo meno l'esperimento diventi su questa base di una difficoltà estrema, ma questo non ci autorizza a trarre la conclusione che gli Infusorî non muoiano mai. Se si vuol essere rigorosamente giusti, come nella scienza si esige, gli esperimenti di Enriques non permettono altra conclusione che quella che direttamente ne emana, che cioè la specie sulla quale si è esperimentato (e non un' altra qualsiasi, perchè per questa i risultati potranno essere ben differenti) alla generazione x non mostra ancora i sintomi della degenerazione senile.

Mi si permetta a questo proposito, prima di por termine a queste mie considerazioni, ancora un confronto che parmi calzare abbastanza bene al caso nostro, sebbene dedotto dai vegetali.

---

(1) Calkins G. N. — Studies on the Life History of Protozoa, — IV — Deatle of the A series — Conclusions, in: *Journ. experim. Zool.* vol. I, n.° 3 — 1904 — pp. 423-461.

Si può asserire con quasi certezza di dire il vero, che tutte le patate oggidì coltivate non derivano da semi, ma da tuberi. Nessuno vorrà, io credo, considerare questa generazione come una riproduzione. Il tubero è senza dubbio un ramo modificato, tant' è vero che dei rami porta le produzioni caratteristiche che sono le gemme, da cui si svolge la nuova pianta. Tutte le piante di patate derivate da tuberi devono dunque considerarsi come rami di quell'unica pianta originatasi primitivamente da un seme. Siamo, come si vede, press' a poco nello stesso caso degli Infusorî che derivano da un unico Infusorio ex-coniugato.

Or bene, le piante di patate attualmente viventi e che derivano per una serie lunghissima di generazioni, che si estende per molti anni sicuramente e forse per qualche secolo, dalla pianta primitiva nata dal seme, non dànno, per quanto io mi sappia, accenno alcuno di decrepitezza o di morte naturale. Dovremo perciò concludere che la loro fine non seguirà in un tempo più o meno lontano? Una tale asserzione sarebbe senza dubbio almeno imprudente. Noi sappiamo di fatto che quasi tutte le piante più conosciute, anche quelle arboree, la cui vita è lunghissima, hanno una vecchiaia ed una morte naturale. Dovremo noi escludere che le gigantesche Sequoie, le Dracene, ed anche la patata non abbiano una fine perchè per la brevità della nostra esistenza non riusciamo a constatarla?

Checchè ne sia, gli esperimenti futuri sono chiamati a risolvere la questione che ci interessa. A me basta per ora l'aver dimostrato, con le precedenti considerazioni, come il problema della sessualità, della coniugazione e della durata della vita degli Infusorî possa e debba essere studiata da un punto di vista differente da quello che oggidì si faccia, tenendo esatto conto di molte circostanze che per lo più si trascurano e che possono influire notevolmente nel mascherare certi risultati e nel condurci a conclusioni meno che esatte.

Ognuno potrà esaminare e vagliare l'interpretazione da me proposta della morfologia e della fisiologia degli Infusorî. Essa è, mi pare, della massima naturalezza e semplicità e permette, come dimostrai, un perfetto parallelismo tra gli Infusorî ed i Metazoi. Non vedo perchè nella scienza si debba, ad una interpretazione semplice ed esauriente, preferirne un'altra complicata e che richiede ripieghi e concessioni gratuiti per giungere a stabilire una ipotetica omologia di parti.

Si dirà che la mia interpretazione non è un fatto, ma basata su ipotesi. Ripeterò ancora una volta che, se fosse un fatto, cesserebbe di essere una interpretazione. Più che un'ipotesi essa è un metodo razionale che insegna a cercare la spiegazione esatta dei fatti fra tutte le interpretazioni possibili in natura, senza ricorrere alla supposizione di energie, di corpi o di facoltà speciali della materia vivente.

Cagliari, 19 marzo 1908.

INDICE DEL FASCICOLO

N. 1. — L. GRANATA. - Di un nuovo parassita dei millepiedi. (1 tavola).

N. 2. — Dott. A. SALMON. - Sulla funzione del sonno.

Recensioni: C. LOMBROSO. - Genio e degenerazione.

N. 3. — Dott. E. GIGLIO-TOS. - Sull'interpretazione morfologica e fisiologica degli Infusori.

" Biologica "

si pubblica ogni trimestre in fascicoli di 150 pagine circa. 4 fascicoli formeranno un volume di approssimativamente 40 fogli di stampa in 8°, corredato di tavole, con figure intercalate nel testo e munito di un indice.

L'abbonamento è fissato per ogni volume al prezzo di L. 16 per l'Italia e di L. 18 per l'Unione postale ed è pagabile anticipatamente.

Gli abbonamenti si ricevono presso l' Editore **Carlo Clausen (Hans Rinck Succ.)** in **Torino,** via Po, n. 11, e presso i principali Librai d'Italia e dell'Estero.

Per quanto concerne l'Amministrazione, rivolgersi esclusivamente all'Editore stesso. Indirizzare invece lettere, manoscritti, libri, giornali e tutto ciò che riflette la Direzione del giornale, al Sig. Dott. Prof. **Ermanno Giglio-Tos** presso la Libreria **Carlo Clausen (Hans Rinck Succ.), Torino.**

MAR 1 1909
27,906

Fasc. 2-3. Periodico Trimestrale. 1908.

"Biologica,,

Raccolta di Scritti di Biologia

diretta dal

Dott. Prof. ERMANNO GIGLIO-TOS

della R. Università di Cagliari

Vol. II - Fasc. 2-3

(Con 19 tavole)

TORINO
CARLO CLAUSEN (HANS RINCK Succ.)
Libraio delle LL. MM. il Re e la Regina
1908.

« Biologica » Vol. II — N. 4

Istituto di Zoologia e di Anatomia e Fisiologia comparate della R. Università di Cagliari
diretto dal Prof. Ermanno Giglio-Tos.

Dott. Ermanno GIGLIO-TOS e Dott. Leopoldo GRANATA

I MITOCONDRII NELLE CELLULE SEMINALI MASCHILI
DI " PAMPHAGUS MARMORATUS „ BURM.

TAV. II.

INTRODUZIONE.

Con la scoperta dei mitocondrî e con il suo metodo speciale per colorarli Benda ha certamente aperto alla scienza biologica un nuovo vastissimo campo di indagini sulla struttura della cellula. Nuovi problemi si affacciano: nuove parti, la cui intima struttura e funzioni per ora ci sfuggono, si rivelano. Tutta la morfologia e la fisiologia cellulare ricevono un nuovo impulso e con esse anche le quistioni fondamentali della Biologia.

Quale sarà il risultato di queste nuove ricerche? Noi non lo possiamo prevedere, ma non è improbabile che abbiano a scaturirne conseguenze impreviste e tali da portare nuova luce nelle intricate quistioni biologiche.

Certo è dovere di ogni Biologo il rivolgere la propria attenzione a questa nuova parte cellulare onde studiarne tutte quelle manifestazioni e quei rapporti che valgano a farne conoscere la natura intima e la importanza nei fenomeni fondamentali della vita.

Per questa ragione noi abbiamo creduto opportuno di portare con questo lavoro il nostro contributo alla conoscenza dei mitocondrî ed alla parte che essi hanno nella divisione cellulare, e nei fenomeni della maturazione delle cellule sessuali.

Tecnica.

È noto che nelle osservazioni microscopiche la visibilità di un corpo dipende o dalla sua capacità di intercettare tutti o in parte i raggi luminosi, oppure da quella di deviarli dalla loro primitiva direzione, cioè dal suo potere rifrangente. Nel primo caso ne deriva l'opacità del corpo oppure il colore suo caratteristico, sia questo naturale come nei granuli di pigmento, o artificiale, come nei granuli la cui colorazione è ottenuta con uno dei tanti metodi dell'attuale tecnica microscopica. Nel secondo caso invece la visibilità dipende bensì dal potere rifrangente del corpo ma sempre in relazione con il potere rifrangente del mezzo nel quale si trova, e quindi, diremo meglio, dalla differenza tra il potere rifrangente del mezzo e quello del corpo.

La qual cosa ci spiega perchè talune parti cellulari in certi casi sieno visibili ed in altri invisibili, come per l'appunto avviene per i mitocondrî. Questi, in alcune cellule animali, come per esempio, secondo Benda (10) nelle cellule seminali maschili dei molluschi e specialmente negli spermatozoi vermiformi di *Paludina* e secondo Meves (57) nelle cellule embrionali del pollo, e sopratutto nelle cellule testicolari dell'ape sono facilmente riconoscibili a fresco senza l'uso di alcun reagente. Anche von La Valette St. George e von Brunn riuscirono a vederli in materiale fresco.

L'uso del semplice liquido fissatore può servire a metterli in evidenza, come anche a renderli meno discernibili od anche invisibili. Ciò dipende dalla natura del fissatore o dal modo suo di agire sopra i componenti la cellula. Giglio-Tos (26) ebbe occasione di verificare un fatto simile molto chiaramente in alcuni granuli speciali che si trovano negli eritrociti di taluni anfibi. Tali granulazioni o, per meglio dire, goccioline, visibilissime a fresco per la loro rifrangenza negli eritrociti a contenuto emoglobinico scarso, e meno visibili in quelli in cui la maggior quantità di emoglobina diminuisce la differenza di potere rifrangente fra esse ed il mezzo in cui si trovano immerse, se fissate con sublimato in soluzione acquosa satura, o con cloruro di platino al 2 °/₀ diventano più distinte, se invece fissate con acido osmico in soluzione acquea al 2 °/₀ si fanno molto meno rifrangenti e perciò riescono meno visibili.

Un fenomeno analogo abbiamo potuto constatare nel caso nostro per i mitocondrî.

Nelle sezioni di pezzi fissati con sublimato acetico, o con una miscela di sublimato-picro-acetico, i mitocondrî, anche quand'essi sono raggruppati a formare il paranucleo, nel qual caso sono sempre più evidenti, non sono assolutamente visibili, sempre che, ben inteso, non siano stati colorati appositamente. Nelle sezioni, invece, di pezzi fissati con liquido di Hermann o con liquido di Flemming, specialmente se lasciati a lungo in questi liquidi, i mitocondrî appaiono, anche senza essere colorati, abbastanza evidenti negli spermatidi dove già sono riuniti a formare il paranucleo.

Ciò dimostra dunque ad evidenza che la natura del liquido fissatore ha una grande importanza nell'alterare la differenza dei poteri rifrangenti dei mitocondrî e dell'ambiente cellulare in cui si trovano immersi e spiega perchè tali granuli abbiano potuto essere scorti da taluni osservatori, come La Valette St. George, Balbiani, Bütschli, von Brunn, e altri prima ancora che si conoscesse il metodo di colorazione specifica di Benda, od anche quello all'ematossilina ferrica di Heidenhain, con il quale questi granuli si tingono pure in nero.

Ma nel caso nostro, anche in quei preparati stessi dove i mitocondrì sono visibili senza speciale colorazione, negli spermatidi dove formano il paranucleo, non lo sono però negli spermatociti, sia durante la fase di accrescimento, sia durante quella delle divisioni di maturazione, sebbene, come vedremo, colorati col metodo di Benda appaiano non solo molto evidenti ma anche notevolmente abbondanti. Ciò deriva con tutta probabilità dalla minima differenza di potere rifrangente che esiste tra i mitocondrî e il contenuto cellulare in tali sorta di cellule.

È dunque necessario assolutamente, per accertarsi della loro presenza, ricorrere alla loro colorazione. La quale si può ottenere o col metodo di Heidenhain all'ematossilina ferrica, o con quello di Van der Stricht oppure con quello specifico di Benda.

Abbiamo fatto uso di questi tre metodi, onde poter stabilire un confronto tra i risultati ottenuti, ma abbiamo preferito, non ostante la sua complicazione, quello di Benda.

Con il metodo di Heidenhain, come anche con quello di Van der Stricht (72), il quale consiste nel colorare con l'ematossilina ferrica i pezzi fissati con il metodo di Benda, i mitocondrî risultano colorati in nero come la cromatina. Ma, sebbene tra le due tinte vi sia forse una tonalità un pò diversa, questa non è tuttavia sufficiente per impedire con certezza che si possa cadere in errore nell'interpretazione delle parti all'osservazione microscopica. L'ematossilina ferrica, com'è noto, tinge tutto in nero e la differenziazione delle parti si ottiene arrestando la decolorazione a un punto conveniente. Ciò fa si che anzitutto non si possa mai essere sicuri di ottenere colorate esclusivamente le parti che si desiderano, potendo, se la decolorazione non è protratta abbastanza a lungo, rimanere colorate anche quelle altre che non hanno nulla a che vedere con quelle che ci interessano, oppure, se troppo prolungata, venir decolorate, in parte almeno, anche quelle particelle che vogliamo mettere in evidenza. In secondo luogo, la colorazione nera uniforme delle varie parti cellulari, può trarre in errore, come Benda (10) pure fa rilevare, nel giudicare delle loro affinità, giacchè, se anche esistono piccole differenze nella loro tonalità, esse non sono però sufficienti per fare arguire, con un certo fondamento, della loro differenza di costituzione.

Zweiger (82) riconosce l'incertezza dei risultati per la colorazione dei mitocondrî, « dessen Aussehen in den « nach Heidenhain gefärbten Präparaten je nach der « Dauer der Konservierung und Färbung ein verschiedenes « war. » (p. 149). Ci pare di fatto, a giudicare dalle figure del suo lavoro che i mitocondrî sieno troppo scarsi, probabilmente perchè non ben colorati.

Con il metodo di Benda tali incertezze sone evitate.

Anche in questo si tratta, è vero, di arrestare la decolorazione a un punto conveniente, se si vogliono ottenere risultati buoni, ma la colorazione violetta che si ottiene è specifica per i mitocondrî, risultando la cromatina e le altre parti cellulari tinte in giallo-rossiccio dall' alizarina (1). Non v' è dunque pericolo di fare confusione tra le particelle di natura mitocondriale e quelle altre che concorrono a comporre la cellula. Ciò fa sì che i preparati riescano più nitidi e inducano perciò nell'osservatore quella maggior sicurezza che è condizione indispensabile in questo genere di ricerche.

Una prova evidente delle possibili confusioni a cui può dare origine il giudicare della natura mitocondriale dei granuli della cellula senza ricorrere alla colorazione specifica di Benda, l'abbiamo trovata, a quanto ci pare, nel lavoro di Voinov (73) sulla spermatogenesi di *Cybister Roeselii*. Egli usò come fissatori i liquidi di Flemming e di Lenhossek e come coloranti il violetto genziana, secondo il metodo di Bizzozero e l'ematossilina ferrica, seguita dalla fucsina acida. Or bene, nel descrivere lo spermatocito egli menziona una regione stretta granulosa che egli chiama (couronne granuleuse) e una regione interna densa, in contatto immediato col nucleo. La prima, secondo Voinov sarebbe di natura mitocondriale: « à cause de sa manière « de se comporter et de sa structure granuleuse, je suis « enclin à la considérer comme représentant les mitochon- « dres de Benda » (p. 212). La seconda, che egli chiama « zona interna del citoplasma » appare durante la mitosi come risultante da uno strato di fibrille complete intiere che vanno senza interruzione da un polo all' altro, e che formano la parte esterna del fuso di divisione, donde il nome di fibre periferiche che egli dà loro per distinguerle da quelle centrali del vero fuso acromatico, che, secondo lui, sono di origine nucleare. Ma dall'esame delle figure e dalla descrizione ci siamo convinti che è precisamente l'opposto. Non la prima, non la « couronne granuleuse » è da ritenersi come rappresentante dell'apparato mitocondriale, come Voinov crede, ma la seconda, e le fibre periferiche del fuso sarebbero, secondo noi, per l'appunto altrettanti condriomiti nel senso di Benda. Voinov dice: « je regrette « de ne pas avoir employé la technique de Benda pour « mettre mieux en évidence ces granulations spéciales (de « la couronne granuleuse) » (pag. 212). Se l'avesse fatto, probabilmente si sarebbe accorto di questa erronea interpretazione.

---

(1) In realtà anche i corpuscoli centrali riescono colorati in violetto come i mitocondrî, ma gli inconvenienti che questa uguaglianza di tinta può produrre sono trascurabili in confronto agli altri vantaggi che questo metodo ci presenta.

Dai risultati ottenuti noi crediamo che il metodo di Benda sia da ritenersi specifico per i mitocondrî. Specifico, s'intende, nei limiti dell'attuale tecnica microscopica, e per lo meno altrettanto specifico per i mitocondrî, quanto lo sono gli altri soliti metodi per la colorazione della cromatina. Benda (10) parla, è vero, dell'incertezza generale dei metodi usati nella tecnica microscopica, ma non esprime per il suo proprio metodo quella sfiducia che Levi (53) e Russo (64) gli attribuiscono. Egli dice di fatto: « Die einzige Methode, die ich nach vielen Versuchen als einigermassen zuverlässig für eine differenzierte Darstellung der « Mitochondrien herausgefunden habe, beruht auf starker « Härtung mit Flemmingschem Gemisch, successiver Färbung mit Eisenalizarin und einer basischen Anilinfarbe « mit nachfolgender Säuredifferenzierung. Die Grundlagen « dieses Verfahrens sind von Anfang meiner Arbeiten an « die gleichen geblieben; ich habe aber, seitdem ich die « Methoden in Bonn publiziert habe, noch einige kleine « Kunstgriffe herausgefunden, die eine erhöhte Zuverlässigkeit des Verfahrens gewährleisten, nachdem ich einige « Momente festgestellt hatte, auf denen zeitweilige Misserfolge beruhten » (p. 750-751).

Anche noi siamo perfettamente d'accordo con Russo (64) nel ritenere che, « fino a quando non si avranno metodi « rigorosamente chimici per differenziare le diverse categorie di granulazioni, tutto si riduce ad un empirismo » (p. 4), ma appunto per ciò noi crediamo che il metodo

Benda sia preferibile per le ragioni sopra dette alla colorazione proposta da Van der Stricht, la quale certamente è più facile e più celere, ma non può essere ritenuta più specifica e più caratteristica per questa sorta di granulazioni protoplasmatiche.

Benda (9) ci fece conoscere il suo metodo per la prima volta nel 1901, e questo rimase fino ad oggi fondamentalmente lo stesso salvo alcune modificazioni secondarie che egli vi introdusse onde rendere più sicuri i risultati. Questo metodo con le modificazioni più recenti introdottevi, reso di pubblica ragione in questi giorni da Meves e Duesberg (58) è quello che noi abbiamo seguito per fare i nostri preparati, ed anche noi abbiamo constatato che esso, in confronto del primo, dà risultati più sicuri (1).

Per comodità del lettore crediamo opportuno riassumere qui brevemente i procedimenti da seguirsi.

Il pezzo, ridotto a dimensioni le minori possibili;

1°) si fissa in miscela di Flemming: 1 °/₀ acido cromico 15 cmc.; 2 °/₀ acido osmico 4 cmc.; 3 goccie di acido acetico, per la durata di 8 giorni.

(Benda (10) fa notare come l'acido acetico deve essere ridotto a proporzioni minime, perchè esso, come von Bruun (15) constatò, scioglie i mitocondrî. D'altra parte non può venire completamente eliminato perchè la sua mancanza produce una coagulazione troppo brusca e troppo forte).

2°) si lava in acqua per 1 ora;

3°) si lascia 24 ore in una miscela a parti uguali di acido pirolegnoso rettificato e di acido cromico all'1 °/₀;

4°) si lascia per 24 ore in una soluzione di bicromato di potassio al 2 °/₀;

5°) si lava per 24 ore in acqua rinnovata più volte o corrente;

---

(1) Mi è grato porgere qui i miei più vivi ringraziamenti all'egregio collega Prof. Meves di Kiel, il quale ebbe la squisita cortesia di comunicarmi il metodo modificato di Benda prima ancora che venisse pubblicato, inviandomi le bozze del sopra citato lavoro.

E. GIGLIO-TOS

6º) si disidrata nel solito modo negli alcooli a concentrazione crescente e si include in paraffina;

7º) si taglia al microtomo in sezioni di 4 o 5 μ. al più che si attaccano, come indica Meves, con albumina e acqua.

Le sezioni, liberate dalla paraffina e passate all'alcool e in acqua:

8º) si lasciano per 24 ore in una soluzione al 4 % di allume di ammonio e di ferro (Eisenoxydammon schwefels.);

9º) si lavano brevemente in acqua distillata;

10º) si lasciano per 24 ore in una soluzione satura di Alizarinsulfosaures Natron, diluita con 80-100 parti di acqua distillata; (Noi abbiamo usato anche la soluzione satura, con risultati, ci pare, più sicuri).

11º) si lavano brevemente in acqua distillata;

12º) si portano in una soluzione alcoolica al 3 % di Krystallviolett diluita con altrettanto di acqua di anilina, e si fa agire questa soluzione riscaldando fino all'emissione di vapori lasciandovi le sezioni da 3 a 5 minuti; (Noi abbiamo usato, con risultati, ci pare, più sicuri, una soluzione diluita con 2 a 3 volumi di acqua di anilina).

13º) si lavano brevemente in acqua distillata;

14º) si differenziano con acido acetico al 30 % sorvegliando la decolorazione;

15º) si lavano a lungo in acqua corrente per togliere ogni traccia di acido;

16º) si asciugano con carta bibula;

17º) si lavano rapidamente in alcool assoluto;

18º) si passano in olio di bergamotto, quindi allo xylolo e si chiudono in balsamo del Canadà.

Esposizione delle nostre osservazioni e descrizione delle figure della tavola II

L'animale che noi abbiamo scelto per lo studio di questo importante argomento è un ortottero, *Pamphagus marmoratus* Burm., comunissimo nei dintorni di Cagliari e che, come si può constatare dalle figure annesse al presente lavoro, si presta molto bene per questo genere di ricerche.

I testicoli di questa specie si presentano sotto forma di due grosse masse, risultanti da un gran numero di tubicini, terminati alla loro estremità libera a fondo cieco, convergenti con l'altra estremità verso il vaso deferente. Lungo il decorso di tali tubicini, distribuite in aree distinte, si scorgono le cellule seminali nelle loro varie fasi di sviluppo, dagli spermatogonî fino agli spermatozoi completamente formati. Si possono perciò seguire passo passo le cellule seminali in tutta la loro evoluzione e quindi scorgere molto bene il comportarsi dei mitocondrî durante tutto questo periodo.

Per maggior chiarezza e semplicità crediamo opportuno di procedere qui ad una semplice descrizione obbiettiva dei nostri preparati e delle figure annesse a questo lavoro, rinviando le considerazioni ed i confronti ad un altro capitolo.

In tutte le figure i mitocondrî ed i corpuscoli centrali sono colorati in violetto, ed i cromosomi ed i fili del fuso acromatico in giallo-rossiccio, riproducendo così con la maggior fedeltà possibile gli effetti ottenuti con il metodo di Benda.

Fig. 1. — Rappresenta una « rosetta » di 4 spermatogonî, a quanto pare, poco dopo avvenuta la loro divisione. In questa fase essi stanno ancora addossati alla parete dei tubicini testicolari, dal cui epitelio germinativo derivano. Solo più tardi se ne distaccano e si trovano poi numerosi, liberi ed indipendenti, in una cavità del tubicino verso il suo apice, cioè verso la parte terminata a fondo cieco. Dall'osservazione dei numerosi preparati ci risulta che l' apice a fondo cieco dei tubicini rappresenta la loro area proligera donde derivano gli elementi seminali per seguire poi la loro caratteristica evoluzione.

Il citoplasma di questi spermatogonî si presenta affatto omogeneo, ed i mitocondrî, salvo alcuni rari che si trovano qua e là sparsi e isolati, sono quasi tutti raggruppati in una piccola massa compatta e omogenea che occupa, come si vede nella figura, una determinata parte della cellula. Noi crediamo opportuno di indicare queste masse col nome di *condriosomi*. Non vi si trova mai traccia di condriomiti nè di condrioconti.

Fig. 2. — Uno spermatogonio in divisione allo stadio di anafase. I mitocondrî sono già separati nelle due cellule figlie, ma ancora deve compiersi la divisione del corpo della cellula. Essi formano in questo stadio due coni tronchi rivolti con la loro base verso i nuclei. In realtà qui i mitocondrî sono disposti a catenelle formando veri condriomiti, ma siccome, specialmente verso l'apice del cono, questi condriomiti sono molto fitti, la loro struttura ci si nasconde e non appare evidente nei preparati che nella base del cono più direttamente a contatto col nucleo. Noi possiamo proprio paragonare questi fasci conici di condriomiti ad un pennello, dove per l'appunto i singoli peli sono indistinti alla base perchè quivi stanno riuniti strettamente in un fascio e sono visibili invece all'estremità del pennello perchè più lassi e più liberi. Interessante a notarsi in questa figura è la separazione netta tra le due masse di mitocondrî nelle cellule figlie quando ancora queste sono largamente insieme riunite. Ciò sta a dimostrare come la divisione mitocondriale, che noi proponiamo di chiamare *condriodieresi,* non sia un fatto meccanico, conseguenza passiva dello strozzamento della cellula, ma un vero fenomeno speciale indipendente e autonomo. Altri esempi ancora più chiari e dimostrativi di questo fatto si hanno nelle fig. 16 e 17.

In questa stessa figura si può pure vedere già chiaramente quanto ancora meglio risalta dalle fig. 9 e 10, che cioè i mitocondrî, disponendosi intorno al fuso, vi formano un vero astuccio od invoglio o mantello, mantenendosi però affatto estranei alla sua formazione.

Tra la fig. 1 e la fig. 2, mancano le fasi intermedie. Nei nostri preparati gli spermatogoni, derivati da quelli della fig. 1 fattisi liberi, si trovano numerosi, come già dicemmo, in cavità dei tubicini testicolari situate verso l'apice a fondo cieco e molti di essi sono in divisione, ma dobbiamo confessare che non ci è stato possibile vederne alcuno in cui i rapporti fra i mitocondrî e le altre parti cellulari nella divisione fossero così nitidi da meritare di essere figurati. Questi spermatogonî si riconoscono subito dagli spermatociti, oltre che per le loro dimensioni, anche per il fatto che si scorgono isolati o quasi l' un dall' altro, mentre gli spermatociti, specialmente se assai avanzati nella loro fase di accrescimento, stanno pigiati strettamente l' un contro l'altro, a formare col loro insieme quasi una massa unica di cellule. Inoltre il protoplasma degli spermatogonî, sotto l'azione del fissatore e degli altri reattivi usati col metodo di Benda, diventa più opaco, ed è questa la ragione per cui si fa difficile all'osservazione microscopica il distinguere nettamente i minuti particolari della loro interna struttura Ma se è lecito, come crediamo, giudicare per analogia, dobbiamo arguire, confrontando la fig. 2 con le fig. 16 e 17, che le altre fasi della citodieresi non sieno sostanzialmente diverse, anche in questi spermatogonî, da quelle degli spermatociti, quali sono rappresentate nelle fig. 9, 10 e 11.

Dalla divisione di questi spermatogonî derivano gli spermatociti di 1° ordine od auxociti, che riempiono con il loro insieme il lume dei tubicini testicolari formando gruppi ben distinti che comprendono cellule alla stessa fase di sviluppo e che si succedono dall'apice verso la base dei tubicini rappresentandone tutti gli stadî dell'evoluzione.

Fig. 3. — Questa figura rappresenta precisamente uno di questi auxociti nell'inizio della sua fase di accrescimento, cioè subito dopo la divisione rappresentata nella fig. 2. I mitocondrî sono raggruppati a formare due condriosomi. In altre cellule, a questa stessa fase, i mitocondrî si presentano sempre in questa forma; sono rarî i casi in cui si veda qua e là nel corpo cellulare qualche mitocondrio isolato. La formazione di condriosomi in numero di uno o di due o di tre è la regola generale per gli auxociti giovanissimi, qual' è quello rappresentato in questa figura.

Fig. 4. — In molti auxociti giovani i condriosomi appaiono come quello rappresentato nella fig. 4, cioè mostrano

una specie di vacuolizzazione e di disgregazione, per cui la loro struttura granulare, assolutamente invisibile finchè sono allo stato di condriosomi compatti, incomincia qui a rendersi manifesta. Il condriosoma assume allora quasi l'aspetto reticolato di certi nuclei nello stato di riposo, e ricorda assai quanto Prowazek (63) descrisse e figurò come fenomeni di degenerazione dei mitocondrî.

Fig. 5. — In questa figura è rappresentato un auxocito in una fase più avanzata del suo accrescimento, come lo dimostrano il nucleo assai più grande ed il citoplasma più abbondante. La massima parte dei mitocondrî è ancora raggruppata a formare un grosso condriosoma, che però all'osservazione microscopica appare meno spesso e meno compatto che i condriosomi degli spermatogonî. Numerosi mitocondrî si trovano però già in forma di granuli liberi e sciolti nel citoplasma. Non è improbabile che i mitocondrî formanti il condriosoma sieno qui raggruppati intorno all'arcoplasma, siccome quanto Benda potè osservare negli spermatociti di parecchi altri animali, ma noi non abbiamo mai potuto constatarlo con sicurezza.

Fig. 6. — Un altro auxocito in una fase ancora più avanzata dell'accrescimento. Lo spirema del nucleo mostra che si tratta di uno spermatocito di 1.° ordine nel momento in cui si iniziano i fenomeni della divisione. In questi spermatociti non si ha più traccia di condriosomi, ma in compenso i mitocondrî isolati e sciolti sono assai più numerosi che nelle fasi precedenti. Il che sta a dimostrare che questi mitocondrî isolati derivano dalla disgregazione dei preesistenti condriosomi.

Fig. 7. — Uno spermatocito di 1.° ordine nell'istante in cui, iniziandosi la divisione cellulare, i cromosomi già sono individualizzati e formano le tetradi. I mitocondrî sono sparsi quasi uniformemente nel citoplasma tutt'intorno ai cromosomi. La membrana nucleare è già scomparsa, ma l'area del nucleo è tuttavia ancora ben delimitata e caratterizzata dalla mancanza assoluta di mitocondrî.

Tra questa fase e quella rappresentata dalla fig. 6 ne intercedono altre che qui per brevità non abbiamo creduto opportuno di rappresentare. Sono tutte quelle fasi così interessanti dove si compiono nella cromatina quelle intime e intricate trasformazioni che conducono alla costituzione dei cromosomi ed alla formazione delle tetradi. Ma, per quanto si riferisce ai mitocondrî, non si hanno fenomeni di particolare interesse. Essi sono sempre in granuli sciolti, non si ha più traccia di veri condriosomi, nè si osservano mai condriomiti o condrioconti. Quando, nella fase che precede quella della fig. 7, la cromatina si accentra e prende quella caratteristica e nota disposizione ad anelli, ma il nucleo possiede ancora la sua membrana, i mitocondrî sono preferibilmente accumulati intorno al nucleo, ma in modo uniforme senza mostrare una concentrazione maggiore da una più che dall'altra parte. Essi assumono allora con il loro insieme una disposizione simile a quella che Voinov (73) ci rappresenta nelle fig. 31 e 32 nelle quali il condrioma, o l'insieme dei mitocondrî, è rappresentato da quella che egli chiama regione interna del citoplasma, interpretandola, come dicemmo, erroneamente perchè non fece uso del metodo di Benda.

Fig. 8. — Questa figura rappresenta uno spermatocito di 1.º ordine nell'istante in cui la prima divisione di maturazione si trova al termine della metafase, e all'inizio dell'anafase. I filamenti del fuso sono ben distinti specialmente verso i poli, all'uno dei quali sono visibili e colorati in violetto due corpuscoli centrali. I mitocondrî sono quasi uniformemente sparsi nel citoplasma tra il fuso e la periferia della cellula. Nessuno di essi penetra nell'interno dell'area limitata dai fili del fuso. Questo si comporta insomma, rispetto ai mitocondrî, come un corpo impenetrabile.

La presente figura, serve a dimostrare, se ancora ve ne fosse bisogno, come la formazione del fuso acromatico sia assolutamente indipendente dai mitocondrî, i quali non entrano per nulla nella sua costituzione.

Fig. 9. — Uno spermatocito di 1.° ordine verso il termine della prima divisione di maturazione.
Inizio della *condriotassi* e formazione dei condriomiti.

Col nome di condriotassi noi intendiamo indicare l'orientamento, o assetto che i mitocondrî prendono, fra di loro e in rapporto alle altre parti cellulari durante la divisione, orientamento che li conduce alla divisione, cioè alla condriodieresi, fenomeno indipendente, come già vedemmo, dalla divisione del nucleo e della cellula.

La condriotassi s'inizia, come in questa figura è ben evidente, con il disporsi dei mitocondrî a catenelle, cioè con la formazione di veri condriomiti nel senso di Benda, la cui struttura granulare è ancora ben visibile e distinta, e con il loro disporsi intorno al fuso sì da formare un vero astuccio o mantello.

Naturalmente questa condriotassi si compie a poco a poco, come lo dimostrano nei preparati altri spermatociti in divisione dove il mantello o fuso mitocondriale non è ancora così completo come in questa figura è rappresentato, e dove pertanto si scorgono ancora altri mitocondrî sparsi qua e là nel citoplasma.

Fig. 10. — Questa figura rappresenta la sezione trasversale di un fuso mitocondriale come quello della fig. 9, e presenta una notevole somiglianza con la fig. 42 annessa al lavoro di Wilcox (78) sulla spermatogenesi di *Caloptenus femur-rubrum,* somiglianza che trova evidentemente la sua ragione d'essere nell'affinità delle due specie di Ortotteri studiate da Wilcox e da noi, e una certa analogia, sebbene minore, con le fig. 59.b, e 63.b, di Meves (54) relative ai mitocondrî negli spermatociti di *Pygaera bucephala.* Essa ci dimostra come il numero dei condriomiti sia molto grande e come il mantello mitocondriale abbia un notevole spessore. Qui ancora possiamo constatare come la penetrazione dei mitocondrî nell'interno del fuso non sia possibile. Il lume interno del mantello mitocondriale, occupato dal fuso, non mostra, come si vede, alcuna traccia di mitocondrî.

Fig. 11. — Uno spermatocito di 1° ordine in una fase della sua prima divisione di maturazione più avanzata che quella rappresentata nella fig. 9. La condriotassi è quasi completa. I condriomitî si sono assai più allungati ed il fuso mitocondriale si è anche fatto corrispondentemente più gracile. Evidentemente i mitocondrî che nella fase delle fig. 9 e 10 non erano ancora tutti orientati, sebbene già accumulati intorno al fuso, qui hanno proseguito il loro orientamento ed aggiungendosi a quelli che già formavano i condriomiti della fig. 9, ne hanno prodotto il loro allungamento.

Numerose sezioni trasversali di fusi mitocondriali nella fase di condriotassi rappresentata dalla fig. 11 dimostrano ad evidenza che in questo istante il lume interno del fuso è scomparso, perchè tali sezioni appaiono come mucchi quasi circolari di mitocondrî (sezioni trasversali dei condriomiti) precisamente come quelli della fig. 10, ma senza traccia di cavità interna. Esse ricordano quelle disegnate da Wilcox (78) nelle figure 43, 49, 56, 76 e 78 per gli spermatociti di *Caloptenus femur-rubrum.*

Tra questa fase e quella della figura che segue intercedono altre fasi intermedie con le quali si compiono la condriodieresi e poi la citodieresi. Esse corrispondono a quelle delle fig. 16 e 17 con la differenza, ben inteso, che i nuclei delle cellule figlie non passano allo stato di riposo.

Fig. 12 e 13. — Due spermatociti di 2° ordine poco dopo la prima divisione di maturazione e nell'istante in cui si inizia la seconda divisione. Le diadi dei cromosomi sono ben visibili, specialmente in quello della fig. 13, il quale differisce da quello della fig. 12 per la presenza di un cromosoma in più (cromosoma impari od accessorio).

Interessantissima in questi spermatociti è la presenza di due condriosomi posti l'uno d'accanto all'altro proprio come i cromosomi formanti le diadi. Possiamo dire che si tratti qui di una vera diade di condriosomi.

Fig. 14. — Uno spermatocito di 2° ordine nella metafase della seconda divisione di maturazione. Vi si vedono

numerosi mitocondrî raggruppati in due cumuli da una parte e dall'altra della piastra equatoriale. Evidentemente si tratta della disgregazione dei due condriosomi formanti le diadi rappresentati nelle figure precedenti, disgregazione che sta, come vedemmo, ad indicare l'inizio della condriotassi.

Fig. 15. — Uno spermatocito di 2° ordine nella stessa fase di divisione di quello della figura precedente. I cumuli di mitocondrî che nella fig. 14 si vedono di fianco al fuso acromatico qui sono visti in un piano sovrapposto a quello del fuso.

È assai interessante in questa figura il vedere come si inizi la condriotassi e incominci la formazione dei condriomiti. Una parte di fatto dei mitocondrî si vede già allineata a catenelle lungo il decorso del fuso. È questa la condriotassi che conduce alla formazione del mantello mitocondriale quale si vede rappresentato nella fig. 9.

Fig. 16. — Uno spermatocito di 2° ordine nella teleofase. I nuclei figli già si sono ricostituiti. Il corpo intermedio di Flemming appare come una striscia anch'essa colorata in violetto. Il fuso mitocondriale appare press' a poco come nella fig. 2. cioè i condriomiti, molto pigiati e compatti verso il corpo intermedio dove sono indistinti, sono più lassi e più visibili verso il nucleo che ravvolgono come in una specie di calotta. Anche qui essi assumono l'aspetto di un pennello. La condriotassi si avvicina al suo termine, e la condriodieresi sta per compiersi.

Fig. 17. — Spermatocito di 2° ordine in teleofase, in un istante più avanzato di quello della figura precedente. La condriotassi è compiuta e la condriodieresi è perciò già avvenuta, prima ancora che la citodieresi sia finita. Le due masse mitocondriali sono difatto già separate e indipendenti nelle due cellule figlie. Il corpo intermedio di Flemming appare come una serie di granuli colorati pur essi in violetto. La forma a pennello della massa mitocondriale è in questo caso più espansa e si vede chiaramente che i mitocondrì ravvolgono il nucleo in una sorta di calotta quasi emisferica.

Chi confronta le nostre fig. 7, 9, 10, 11, 16 e 17 con quelle del lavoro di Voinov (73) e specialmente con le fig. 38-45 potrà facilmente rilevare la grande analogia che esse presentano, e convincersi che i condriomiti nostri per il loro modo di comportarsi e per i rapporti che essi assumono nella divisione corrispondono esattamente a quelle fibre periferiche del fuso, derivanti dalla regione interna del protoplasma, che egli non interpretò come di natura mitocondriale, essendo stato tratto in inganno, a quanto crediamo, dal non aver usato la colorazione specifica di Benda.

Fig. 18, 19 e 20. — Tre spermatidi, nei quali la massa mitocondriale è concentrata a formare il paranucleo (Nebenkern). In quello della fig 18 i mitocondrì sono distinti e collegati fra di loro da tenui filamenti, probabilmente condriomiti. Nello spermatide della fig. 20, che riteniamo in una fase di sviluppo più avanzata, i mitocondrì sono raggruppati a formare una massa assai più compatta, nell' interno della quale non è possibile scorgere alcuna struttura. In questa fase che precede immediatamente, a quanto ci pare, il primo iniziarsi delle trasformazioni morfologiche che portano alla formazione dello spermatozoo, il paranucleo è strettamente applicato contro il nucleo dello spermatide. Merita speciale menzione lo spermatide della fig. 19, il quale mostra, nell'interno del suo paranucleo un filamento raggomitolato a somiglianza di quello disegnato da von La Valette St. George (51) negli spermatidi di *Blatta germanica* e da Henking (39) in quelli di *Pyrrhocoris apterus.* Noi trovammo nei nostri preparati esempi parecchi di simili formazioni e crediamo che si tratti di un fenomeno generale, sebbene non sempre visibile così nettamente come in questo e in altri spermatidi abbiamo osservato. È d'uopo far notare, come, in questa fase, la concentrazione dei mitocondrì a formare il paranucleo è tale, che la massa risultante il più delle volte è, come dicemmo, così compatta e opaca, che non lascia più distinguere nulla nel suo interno Può darsi dunque che, sebbene, per queste ragioni, sfugga alle nostre ricerche, tuttavia il filamento a gomitolo esista anche in quei paranuclei dove non lo si vede. La fig. 19 rappresenta un simile filamento ravvolto in una spirale regolare, ma non sempre è così. In altri casi i giri della spira sono più numerosi e meno regolari a somiglianza di gomitotolo, ma in ogni caso mantengono un tipo fondamentale abbastanza costante.

Che questo filamento si debba considerare come un condriomito, se cioè esso risulti dall'allinearsi di mitocondrì non possiamo asserire. Dobbiamo solo constatare che esso si colora in violetto come i mitocondrî, e che certo non tutti i mitocondrì, se mai, concorrono alla sua formazione. Non sarebbe improbabile che esso, più che come un condriomito, di costituzione perciò veramente mitocondriale, dovesse invece considerarsi come una derivazione mitocondriale, come una elaborazione speciale per parte dei mitocondrî stessi.

La natura mitocondriale del paranucleo di questi spermatidi, ormai, del resto, riconosciuta per molti casi, come Meves (54) dimostrò, ci conferma ancora di più che quelle fibrille periferiche del fuso descritte da Voinov (73) sono veramente condriomiti. Ad esse difatto Voinov attribuisce la formazione del paranucleo negli spermatidi di *Cybister Roeselii.*

Qui arrestiamo per ora le nostre ricerche riservandoci di continuarle più tardi, specialmente per quanto riguarda la parte che i mitocondrì hanno nella formazione dello spermatozoo, argomento già molto bene trattato da Benda, Meves ed altri, per altre specie di animali.

Il condrioma e le sue fasi.

Condriosoma, Mitocondrî, Condriomiti.

La storia dei mitocondrî è gia stata trattatta con tale profonda cognizione di causa e speciale competenza da

Meves (54), da Waldeyer (75), da Korschelt e Heyder (44), da Benda (10) e recentemente da Heidenhain (38) che noi reputiamo inutile il ripeterla in questo nostro lavoro e rimandiamo perciò il lettore che desiderasse conoscerla ad uno dei lavori sopracitati, specialmente a quelli di Benda e di Meves.

Noi ci limiteremo qui a considerare i mitocondrî alla luce dei fatti risultati dalle nostre osservazioni, quali vennero esposti nelle pagine precedenti, collegandoli naturalmente fra di loro e deducendone quelle conseguenze che scaturiscono logiche e naturali sulla loro natura e sui rapporti che essi presentano con le altre parti della cellula.

Il lettore dovrà tuttavia tener conto che queste nostre deduzioni non hanno e non possono avere che un valore affatto relativo ai risultamenti delle nostre osservazioni. Intendiamo cioè dire che esse potranno forse subire modificazioni più o meno importanti a mano a mano che ulteriori ricerche ci faranno meglio conoscere queste nuove parti cellulari. D'altronde è troppo evidente che nella scienza tutte le deduzioni sono sempre strettamente relative alle cognizioni del momento, perchè sia necessario, per parte nostra, insistere oltre su questo avvertimento.

Il quesito più importante di questo interessante argomento, la quistione, diremo così, pregiudiziale che si deve anzitutto risolvere prima di passare ad ulteriori considerazioni è quella di decidere se questi granuli speciali della cellula, i mitocondrî, siano formazioni artificiali prodottevi dagli agenti fissatori, o da altri reattivi come Fischer (25) dimostrò per alcune sorta di granulazioni cellulari.

Ma dal momento che i mitocondrî sono visibili in preparati a fresco e senza alcun reagente, come Benda (9) già fece osservare; dal momento che von Brunn (15) riuscì a vederli in soluzione di cloruro di sodio e dimostrò anzi che essi si sciolgono nell'acido acetico; che von La Valette St. George li osservò in liquidi indifferenti come il siero ed il siero iodato; non vi può più essere alcun dubbio che si tratta di granuli che come tali fanno parte integrale della cellula, e come tali si trovano nella cellula vivente. Non v'è dunque alcuna ragione assolutamente per credere che essi sieno dovuti all'azione coagulante dei fissatori.

Eliminato questo dubbio, ne sorge però un'altro: se essi, cioè, debbano considerarsi quali parti costitutive della cellula, quali granuli viventi insomma o non piuttosto come granuli di secrezione, prodotti dallo speciale metabolismo cellulare.

L'esperimento di von Brunn (15) che vide sciogliersi questi granuli a fresco nell'acido acetico e che fu perciò indotto a ritenerli di natura protoplasmatica, ha certamente la sua importanza, ma non è da solo sufficiente per troncare la quistione.

La Valette St. George credette dapprima (49) che quel corpicciuolo degli spermatidi, chiamato da lui « Nebenkörper » (50) e da Bütschli (16-17) « Nebenkern », formato di granuli speciali che egli chiamò poi « citomicrosomi » (51) e che noi sappiamo oggidì corrispondere ai mitocondrì, fosse « ein umgewandelter Kern und Theilproduct des ein« gentlichen Zellenkernes » (pag. 271), ma modificò ben presto questa sua primitiva opinione (50) ritenendo poi « dass « jener Nebenkörper nicht ein Teilproduct des Kernes ist, « sonder aus einer eigenthümlichen Umformung des Proto« plasmas hervorgeht » (p. 502)

L'opinione dei citologi odierni che di questo speciale argomento si occuparono e che perciò presenta la maggior garanzia di attendibilità si è che i mitocondrì rappresentino proprio granuli speciali del protoplasma, granuli viventi facenti parte costitutiva del corpo cellulare. Meves, Benda e Heidenhain non esitano menomamente a ritenerli come tali.

Quanto a noi dall'esame dei nostri preparati ci siamo fatti una profonda convinzione che realmente sia così, e d'accordo con Heidenhain (38) riteniamo non solamente che sieno speciali citomicrosomi del protoplasma, ma che molto probabilmente appartengano a istomeri o a particelle di ordine inferiore a somiglianza dei cromioli e dei centrioli. Heidenhain fa però rilevare, che non è stata finora osservata la loro moltiplicazione per scissione, la quale, se potesse essere constatata, sarebbe realmente la prova più importante e capitale dell'autonomia e dell'individualità dei mitocondrî. Ma noi crediamo e speriamo che questa prova non tarderà ad essere data. Nei nostri preparati, specialmente negli spermatociti in via d' accrescimento, abbiamo trovato, non uno, ma più casi che avrebbero potuto essere interpretati come veri fenomeni di scissione dei mitocondrî, ma per scrupolo di esattezza non abbiamo voluto tenerne conto in questo lavoro, riservandoci di ritornare più tardi su questo argomento che ci pare veramente di importanza capitale nella quistione che ci occupa. Le difficoltà che si incontrano non sono già di osservazione ma di interpretazione. Sovente abbiamo visto due mitocondrî avvicinati l'uno all'altro e collegati da un tenuissimo filamento. Se si dovesse giudicare per analogia con quanto si osserva in altri granuli della cellula, per esempio nei centrioli, si avrebbe ragione di considerare una simile disposizione come indizio di una vera scissione. Ma nel caso dei mitocondrî, sia per il loro grande numero, sia per la tendenza che hanno a disporsi in catenelle, questo giudizio è tuttavia un po' azzardato, non potendo essere ben sicuri che si tratti veramente della scissione di un granulo primitivo o non piuttosto del riunirsi di due granuli.

Per queste ragioni noi abbiamo potuto bensì convincerci personalmente che in realtà si tratta di una scissione dei mitocondrî, ma non abbiamo ancora gli elementi necessarî e le prove indiscutibili per insinuare negli altri Biologi questa nostra convinzione.

Il problema della natura e dell'origine dei mitocondrî è stato poi in questi ultimi tempi reso più complesso, perchè si vollero identificare con questi, altri granuli o formazioni che si misero in evidenza in cellule diverse.

Così, per esempio, Heidenhain (37-38) ritiene che quelle formazioni che egli descrisse nelle cellule seminali maschili di *Proteus anguinus* col nome di « pseudocromosomi » sieno con molta verosimiglianza da inscriversi nella categoria dei condriomiti di Benda, come, secondo lui, a questa medesima categoria dovrebbero riferirsi in ogni caso quelle capsule reticolate o « centroformi » che Ballowitz (6) descrisse nelle cellule epiteliali della membrana di Descemet.

Anche negli ovociti di parecchi animali furono descritte formazioni che vengono senz'altro dai più considerate come mitocondriali. Tali sono quelle descritte dai fratelli Bouin (13) nell'ovocito di *Asterina gibbosa* durante il suo periodo di accrescimento, e quelle specie di spicule trovate da von Winiwarter (80) nella zona esterna del corpo vitellino dell'uovo della donna che Van der Stricht (70) ritenne, dopo esame dei preparati, come corrispondenti agli « pseudocromosomi » da lui descritti nell'uovo di *Vesperugo noctula*.

Secondo Van der Stricht (71) questi pseudocromosomi, che egli ritiene omologi a quelli descritti e così designati da Heidenhain in *Proteus anguinus*, sarebbero veri mitocondrî e diventerebbero quelli che egli chiama budelli (boyaux) o ammassi vitellogeni destinati più tardi a dar origine al vitello. La presenza di formazioni simili egli constatò pure nell'uovo della donna (72).

Corpi che egli interpretò come pseudocromosomi intrecciati e raggomitolati trovò pure D'Hollander (21) negli oogoni e negli oociti giovani di pollo. Lams (45) descrisse formazioni mitocondriali negli oociti di Teleostei dove, secondo lui, hanno grande importanza nell'accrescimento dell'uovo e nello sviluppo del vitello e De Somer (20) ritenne come condriomiti e pseudocromosomi certe formazioni che riscontrò all' esterno dello strato vitellogeno nell'oocito del pollo. Czermak (18) trovò i mitocondrî nelle uova della trota e Bluntschli (11) segnalò l'esistenza nell'oocite di *Cynthia microcosmus* di corpi basofili che egli chiamò « Plasmachromatin » e che interpretò come omologi ai mitocondrî. Formazioni simili trovarono pure Ancel (1-2) negli oociti di *Helix pomatia* e Lams (46-47) negli oociti di *Rana temporaria*, del topolino albino e della cavia.

Anche Russo (65) interpreta come mitocondrî certi granuli che egli trovò nelle uova di coniglio e che hanno la tendenza a disporsi in catenelle, la cui origine però sarebbe dipendente da condizioni speciali di nutrimento, e che si trasformerebbero poi in deutolecite, e analoghe ai mitocondrî. Trinci (69) crede pure che debbano essere ritenute certe formazioni cromatiche basofile che egli descrisse nell'oocite dei Celenterati.

All'infuori delle cellule germinative furono pure segnalate formazioni che si ritengono mitocondriali in parecchie sorta di cellule somatiche. Così Benda stesso (8) le descrisse nelle fibre muscolari liscie e striate, nelle cellule vibratili, nei leucociti polinucleati dell'uomo, in molte cellule di un midollo spinale leucemico, nelle cellule epiteliali dei reni, e Meves (57) dimostrò la loro presenza, sotto forma di bastoncini che chiama « condrioconti » nelle cellule di giovani embrioni.

Finalmente anche nelle cellule vegetali si ritrovarono formazioni mitocondriali. I fratelli Bouin (12) ritengono tali quelle da loro osservate nel sacco embrionale delle Gigliacee, e Meves (55) rivelò la loro presenza in forma di condrioconti nelle cellule che tappezzano i sacchi pollinici delle giovani antere di *Nymphaea alba*.

Dire, se tutte queste formazioni sieno da ritenersi di vera natura mitocondriale, non è possibile senza un confronto accurato e minuzioso. Ma appunto per ciò a noi pare che sia un po' troppo affrettata e prematura l'identificazione o l'omologia che si è voluta stabilire con i mitocondrî. Questa, per essere attendibile, non deve solamente essere basata sul semplice aspetto, ma sul comportamento generale di tali corpi.

La colorazione in violetto col metodo di Benda è caratteristica abbastanza, per lo meno, come dicemmo, quanto lo è quella della cromatina con i soliti colori usati nella tecnica microscopica, ma neanche essa è da sola sufficiente per risolvere la quistione. Se noi possiamo affermare che con tale metodo tutti i granuli che veramente sono di natura mitocondriale si colorano in violetto, non possiamo però con uguale certezza asserire che sieno mitocondrî veri tutti i granuli che si tingono in violetto, nello stesso modo che, sebbene tutta la cromatina si tinga con i soliti colori per ciò usati, non possiamo però inferirne che sia cromatina vera tutto ciò che si tinge con questi colori. E di ciò abbiamo una prova nel colorarsi con i colori cromatinici di certe parti che pure possiamo con certezza dimostrare mediante altri metodi, non essere di natura uguale a quella della cromatina.

Neanche poi la forma di granuli e la tendenza a disporsi in catenelle possono essere ritenuti caratteri sufficienti. per giudicare dell'identità, perchè, come giustamente anche Heidenhain (38) fa osservare (p. 420), nella cellula esistono molti altri citomicrosomi che si dispongono in filamenti e che per questo carattere solo non possono essere ritenuti come mitocondrî. « Wenn daher der Name Mito- « chondria für eine ganz bestimmte Sorte von Cytomikro- « somen in den Hodenzellen gewählt wurde, so darf derselbe « doch nicht auf alle möglichen anderen Mikrosomen der « Körperzellen. welche sich gleich oder ähnlich färben. aber « ebensowenig wie die Mitochondria von besonderer chemi- « scher Qualität sind, übertragen werden. Der Begriff der « Cytomikrosomen war seit langer Zeit ein morphologischer « Begriff allgemeiner Natur, während demgegenüber die « Mitochondria nur als eine spezielle Erscheinung dieses « Kreises gelten können. Daher sind die Mitochondrien wohl « Cytomikrosomen; aber man darf nicht umgekehrt alle « möglichen Cytomikrosomen, welche zufälligerweise auf « die Bendasche Methode reagieren, unter den Begriff « der Mitochondria bringen » (pag. 420-421).

Noi non possiamo nè vogliamo pronunciarci in merito alle identificazioni o alle omologie che gli Autori citati vollero stabilire con i mitocondrî, perchè non ne abbiamo i dati sufficienti. ma non possiamo trattenerci dall'osservare che, nella maggior parte dei casi citati di pretese formazioni mitocondriali negli ovociti. la loro identità con i veri mitocondrî non è sostenuta con valide ragioni.

Di fatto, i preparati sui quali questa identità si è stabilita sono stati fatti, quasi tutti, con metodi che non sono quello schietto di Benda e per lo più sono stati colorati con l' ematossilina ferrica secondo Heidenhain o con questa stessa secondo il metodo di Van der Stricht. Ora noi abbiamo già fatto rilevare come questa colorazione non dia quella garanzia di elettività necessaria per questo genere di ricerche.

Per queste stesse ragioni noi siamo molto in dubbio, sebbene Meves (57) lo creda probabile, che possano ritenersi come formazioni mitocondriali anche quegli apparati descritti ultimamente in molte specie di cellule da Golgi, Negri, Ballowitz, Pensa, Kopsch, von Bergen, Rohde ed altri, come pure dubitiamo assai se veramente, come vogliono Pacaut e Vigier, quelle formazioni cromatiche descritte da varî autori nelle cellule ghiandolari e complessivamente designate da Garnier (26) col nome di « ergastoplasma », possano essere considerate come veri condriomi. Sjövall (67) che istituì ricerche apposite a questo scopo, ammette che senza alcun dubbio i « centroformi » descritti da Ballowitz (6) nelle cellule della membrana di Descemet sieno identici con la rete endocellulare o apparato reticolare di Golgi-Kopsch propria delle cellule nervose, ma si oppone all'opinione di Heidenhain (37) che gli « pseudocromosomi » degli spermatociti di *Proteus*, da questo ritenuti come omologi ai centroformi, si possano omologare ai condromiti di Benda. Dobbiamo confessare, che anche noi siamo assai inclini a condividere l'opinione di Sjövall.

Noi crediamo che troppo facilmente, e un po' leggermente, i Biologi si lasciano indurre a stabilire identità od omologie tra le diverse parti cellulari, specialmente se si tiene conto della imperfezione dei nostri metodi di ricerca microscopica e della insufficiente e superficiale attuale conoscenza dell'intima struttura della cellula. Ciò induce naturalmente in complicazioni e confusioni che intralciano il progresso della scienza e possono fuorviare le ulteriori ricerche.

A parte la colorazione specifica dei mitocondrî, noi crediamo che il loro comportamento nella cellula durante le sue varie manifestazioni vitali sia da tenersi in massimo conto, perchè esso può in certi casi, da solo, esser sufficiente per farceli conoscere senza ombra di dubbio.

Fu di fatto in base a questo solo carattere che Meves (54) potè riconoscerli con certezza in molte formazioni descritte da varî Autori prima assai che Benda li designasse con nome speciale e li colorasse in modo specifico, e noi stessi non esitiamo a ritenere come formazioni mitocondriali i citomicrosomi che von La Valette St. George (51) descrisse negli spermatociti di *Blatta germanica*, le sfericciuole vitelline (Dotterkügelchen) che Henking (39) osservò negli spermatociti di *Pyrrhocoris apterus*, e in quelli di *Pieris brassicae* e di *Pieris napi*, le « thickened fibres » che Vilcox (78) segnalò nel fuso degli spermatociti di *Caloptenus femur-rubrum*, le fibre del fuso « becoming fewer, thicker and shorter » che Baumgartner (7) osservò negli spermatociti di *Gryllus assimilis*, non per altro che per il modo di comportarsi nella cellula, specialmente durante la sua divisione indiretta, mentre invece siamo in dubbio, se realmente sieno tali le formazioni filamentose che Prenant (62) descrisse negli spermatogonî della scolopendra considerandoli come resti del fuso acromatico e paragonandoli ai citomicrosomi, e che i fratelli Bouin (14) ridescrissero di poi negli spermatogonî di *Lithobius forficatus* designandoli come filamenti ergastoplasmatici. Meves (54) di fatto fa giustamente osservare, come il dubbio sulla loro identità con i mitocondrî insorga là, dove gli Autori ci dicono che queste formazioni filamentose scompaiono all'iniziarsi della mitosi, mentre invece, come sappiamo, si è specialmente durante questa fase che i veri mitocondrî si fanno più evidenti ed assumono una speciale importanza.

La stessa incertezza noi abbiamo nel giudicare dell'identità con i mitocondrî di quei filamenti « von meist granulösen Ansehen » che secondo von Wiedersperg (77) riuniscono i due nuclei figli anche quando questi già sono molto lontani l'un dall'altro e le cellule già sono divise, e di quei corpi che Wagner (74) considera come residuo del fuso cariocinetico negli spermatidi in riposo dei ragni, sebbene Benda stesso (10) ritenga che si debbano verosimilmente considerare come corpi mitocondriali in forma di bastoncini.

Così facendo noi non abbiamo l'intenzione di negare l'identità con i mitocondrî di queste varie formazioni, ma semplicemente di far rilevare come essa debba ancora essere dimostrata e come questa dimostrazione debba essere fatta, caso per caso, col sussidio non di un solo ma di molti caratteri.

Il problema della natura dei mitocondrî si collega d'altronde direttamente con quello della loro origine, perchè se essi non si ritengono come particelle viventi costitutive della cellula, nel qual caso, si capisce, ogni mitocondrio dovrebbe derivare da un altro mitocondrio preesistente — *omne mitochondrium e mitochondrio* — se non si ritengono, ripetiamo, come granuli viventi, ma quali prodotti di secrezione dovuti al metabolismo della cellula, resta a ricercarsi donde essi derivino.

Russo (65) dimostrò sperimentalmente che, mediante somministrazione di forti dosi di lecitina, certi granuli che egli ritiene come veri mitocondrî nell'oocite di coniglia aumentano notevolmente, il che dimostrerebbe ad evidenza la loro origine esterna. Ma Levi (52-53) nega che le formazioni descritte da Russo sieno veramente di natura mitocondriale e noi, sebbene non osiamo negare recisamente perchè crediamo a questo scopo opportune ricerche e confronti appositi, siamo però almeno in dubbio su questa identità.

Per sostenere meglio la sua tesi Russo (64) volle colorare i granuli suddetti non solamente col metodo fino allora adoperato Benda-Van der Stricht, ma anche con quello « genuino e primitivo di Benda e con quello di « Benda modificato » (pag. 6) usato da noi stessi in questi nostri preparati. A quanto egli ce ne dice, i risultati furono positivi ed i granuli si colorarono in violetto intenso, il che starebbe ancora a dimostrare, fino ad un certo punto, la loro natura mitocondriale. Se così fosse realmente, non v'è dubbio che l'importanza dei mitocondrî nella cellula scemerebbe di molto, perchè rimarrebbe dimostrato che essi non sono parte costitutiva di essa, ma prendono origine da materiali esterni in determinate condizioni di nutrizione. Secondo Russo di fatto « assoggettando le coniglie adulte « ad un digiuno prolungato si osserva un fatto anche note« vole che si accorda con le vedute avanti esposte sul « significato dei mitocondrii e cioè che essi scompaiono in

« massima parte negli oociti più sviluppati, mentre persi-
« stono o diminuiscono in quelli più piccoli. Nel primo caso
« i mitocondrii erano stati adoperati in gran parte per la
« formazione del deutolecite, il quale durante l'inanizione
« viene impiegato come elemento riparatore del diminuito
« ricambio; nel secondo caso invece il deutolecite non si era
« formato. Nei piccoli oociti però talora si osserva che i
« mitocondrì, non potendo riparare direttamente le perdite
« subìte dall' organismo, si trasformano precocemente in
« deutolecite » (pag. 7).

Noi non vogliamo assolutamente mettere in dubbio quanto Russo asserisce, basandosi sull'esperimento e sull'osservazione perchè non abbiamo dati altrettanto positivi da contrapporre, ma non possiamo far a meno di rilevare, come difficilmente le deduzioni naturali e logiche di questi suoi esperimenti mal si conciliino con l'ipotesi della individualità ed eredità dei mitocondrì, per cui Russo pare che abbia una certa propensione. Egli scrive di fatto: « Più
« tosto è da prendere in seria considerazione l'ipotesi avanti
« citata, che le ricerche e le considerazioni del Benda e
« del Meves rendono verosimile, e che penetra meglio
« nella vera essenza del problema, cioè che i mitocondrì
« siano elementi ereditarî, i quali sono trasmessi all' em-
« brione dall'uovo e dallo spermio. Da questo punto di vista
« le mie ricerche potrebbero acquistare un'importanza finora
« non preveduta » (pag. 10).

Se è vero, come Russo ci insegna, che i mitocondrì si formano *ex novo* sotto l'azione di sostanze esterne nutrienti; se è vero che essi possono in condizioni, sieno pure speciali, scomparire; se insomma si tratta di elementi non essenzialmente costitutivi della cellula, ma di formazioni secondarie e non integranti di essa, noi confessiamo che ci riesce difficile comprendere come possano essere considerati quali elementi ereditarî, perchè il concetto di ereditarietà è per forza indissolubilmente congiunto con quello della loro sussistenza.

Duesberg (23) ha dimostrato in questi giorni l'esistenza di granuli nell'uovo e nell'embrione dell'ape, sulla cui natura mitocondriale non possiamo avere alcun dubbio, sia per la loro colorabilità, sia ancora e più specialmente per il loro comportamento, ed anch'egli ammette con Benda e Meves che debbano ritenersi ereditarî, ma, sebbene essi si trovino nell'uovo anche sparsi in parte fra i granuli di vitello, Duesberg non accenna in alcun modo che sia possibile la trasformazione di quelli in questi.

Anche Van der Stricht ritiene che quelle formazioni da lui descritte negli ovociti come omologhe ai mitocondrî col nome di « boyaux vitellogènes » sieno destinati a dar origine al vitello, ma la sua interpretazione non urta con il concetto della ereditarietà dei mitocondrî in quanto questi, se bene abbiamo compreso, non scomparirebbero ma permarrebbero nell'uovo, anche dopo compiutasi la formazione del vitello. Essi funzionerebbero insomma come punti di partenza per l'origine dei granuli vitellini, senza tuttavia trasformarsi essi stessi in vitello, nello stesso modo che gli amiloleuciti nei vegetali sono il punto di partenza per la formazione dei granuli di amido, conservando tuttavia sempre la loro esistenza ed individualità.

Del resto è interessante riferire a questo proposito quanto ne pensa Sjövall (67) che fece ricerche apposite per giudicare dell'omologia di queste formazioni con i veri mitocondrî. « Diese Auffassung von der Homologie zwischen « dem Binnennetz und der osmiumschwärzbaren Bildung « im Plasma der Ovocyten führt jedoch nun zu einer recht « delikaten Situation. Wir sahen nämlich, wie die mit dem « Binnennetze homologe Bildung in den Hodenzellen nichts « mit den Bendaschen Mitochondria zu tun hat, und wir « müssen uns dann logisch sagen, dass das auch nicht der « Fall mit der entsprechenden Bildung in den Ovocyten sein « kann. Nun hat ja jedoch nicht bloss Van der Stricht « mit immer grösserer Schärfe darauf ingewiesen, dass die « couche vitellogène » und ihr Derivat in sich gerade « Bendaschen Mitochondria einschliessen, sondern, was « noch schlimmer ist, kein geringerer als Benda selbst « sich, « mit grosser Freude » Van der Strichts Auffassung angeschlossen hat, und dieser Anschluss erhält

« noch dazu um so grössere Bedeutung, wenn man sieht, wie Benda sich vorher einer derartige Homologisierung zweifelnd gegenübergestellt hat. Trotzdem muss ich mich fortwährend abweisend gegen die Homologisierung der besprochenen Bildungen in den Ovocyten mit dem Mitochondria stellen. Die Beweise, die Van der Stricht für deren Mitochondria-Natur anführt, sind teils deren Färbbarkeit mit Bendas « specifischer » Mitochondriafärbung, teils auch die Fadenanorduung, welche sie während gewisser Entwickelungsphasen aufweisen können, und keinem dieser Beweise kann ich eine entscheidende Bedeutung beimessen. Der letzeren der beiden Beweise bedeuted an sich selbst nicht viel: wir haben ja z. B. gesehen, wie Benda selbst davor gewarnt hat, andere « Pseudochromosen » als Mitochondriaderivat anzusehen; dem ersteren dagegen sollte wohl um so viel grössere Beweisskraft beizumessen sein. Demgegenüber steht jedoch die ebenso unbestreitbare Tatsache, dass die diskutierte Bildung in den Ovocyten in ihrer Reaktion auf Osmiumsäure sich identisch mit Bildungen in Hodenzelle verhält, die nicht Mitochondria sind, und dass im Gegensatz hierzu die Formaldehyd-Wasser-Osmiumsäuremethode nicht einmal in einem zum Nachweis von Mitochondria so passenden Materiale wie Mäusehoden vermag das Geringste weder von diesen noch von deren Chondromitzusammenschliessungen zu demonstrieren. Sollten also die Bildungen in den Ovocyten homolog den Mitochondria der Hodenzellen sein, so entsteht hierdurch die Inkonsequenz, dass zwei identische Bildungen ganz verschiedene mikrochemische Eingenschaften besitzen sollten. Wird man sonach zu der Wahl zwischen einer Auffassung, die in einer derartigen Inkonsequenz gipfelt, und einer Annahme gezwungen, das Bendas Mitochondriafärbung (trotz ihrer ausgezeichneten Fähigkeit zur Darstellung der Mitochondria bei der Spermatogenese) gleichwohl nicht ganz so « spezifisch » ist, wie ihr Erfinder der Meinung ist, so wähle ich wenigstens unbedingt die letzere Auffassung » (p. 575 576).

Arnold (3), senza pronunciarsi decisamente in merito,

richiama l'attenzione dei citologi sui granuli di natura differente che si osservano in varie cellule mediante suoi speciali procedimenti di colorazione e sulla somiglianza che essi presentano con i mitocondrî di Benda. E mentre stiamo scrivendo questo lavoro, in un'altra sua nota (4) fa osservare come si trovano formazioni simili ai paranuclei, che contengono grasso e glicogeno, nelle cellule cartilaginee, in quelle del fegato e negli epitelî della mammella. « Aus diesem Befunde » — egli dice — « muss meines Erachtens gefol-« gert werden, dass entweder die Granula der Nebenkerne « nicht als Mitochondrien angesprochen werden dürfen oder « dass diese zur Assimilierung von Stoffen befähigt sind » (p. 366). Noi possiamo asserire in modo sicuro che il paranucleo degli spermatidi è, almeno in parte, di natura mitocondriale, ma facciamo osservare che non è dimostrato che quelle formazioni delle cellule cartilaginee, chiamate paranuclei da Arnold, sieno identiche per costituzione ai paranuclei veri degli spermatidi.

Resta infine ad esaminarsi un'ultima opinione secondo la quale i mitocondrî sarebbero di origine nucleare.

Già da alcuni anni R. Hertwig per primo (40-41) e poi il suo allievo Goldschmidt (33) descrissero nei Protozoi certe formazioni speciali che chiamarono « cromidî » perchè si colorano come la cromatina e che deriverebbero, secondo essi, dal nucleo.

Goldschmidt (32) descrisse pure nelle cellule di *Ascaris* certi cordoni cromidiali (Chromidialstränge) che si tingono come la cromatina e che sarebbero in rapporto diretto con essa, perchè risulterebbero formati di corpi cromatici che escono dal nucleo e che concorrono alla formazione dei cromidî. Egli crede che tali formazioni corrispondano ai mitocondrî. Anche Popoff (61) accoglie interamente l'opinione di Goldschmidt e ambedue (34) riconfermano poi l'origine nucleare dei cromidî.

Heidenhain (38) di fronte a questa omologia, poichè manca di dati suoi proprî nel campo degli invertebrati, non vuole prendere una posizione decisa in questo nuovo problema morfologico (p. 421), e Meves (56) pone in dubbio che i cromidî dei Protozoi si possano senz'altro omologare ai mitocondrî di Benda. Ad analoga conclusione è condotto Sjövall (67) in seguito ad apposite ricerche. Noi pure, non ostante il parere recisamente contrario di Popoff (60) che, combattendo le opinioni di Sjövall persiste nel ritenere i cromidî come omologi ai mitocondrî, crediamo che, in questo caso specialmente, si tratti di due formazioni ben differenti, e, d'accordo con Meves, possiamo recisamente asserire che non abbiamo mai nei nostri preparati osservato assolutamente nulla che ci autorizzasse a sospettare, anche lontanamente, dell'origine nucleare dei mitocondrî.

L'opinione di Goldschmidt è sostenuta pure da Wassilieff (76) che ritiene i mitocondrî delle cellule spermatiche di *Blatta germanica,* come dovuti ad un eccesso di cromatina (überflüssige Chromatin). Ma, d'accordo con Duesberg (22), anche a noi pare che Wassilieff non presenti, nè nel testo, nè nelle figure alcuna prova decisiva per una simile interpretazione. Dobbiamo inoltre osservare che egli non ha fatto uso del metodo di Benda, perciò a noi pare, che non tutti quei granuli del citoplasma cellulare che egli crede veri mitocondrî sieno da ritenersi tali.

Del resto la quistione dell'omologia dei mitocondrî con le altre parti della cellula ha ricevuto in questi ultimi tempi un contributo che assume una speciale importanza dalla competenza particolare della persona che lo porta. Meves (55bis), allievo del compianto Flemming, volle di fatto constatare quali rapporti i mitocondri o, per meglio dire, i condrioconti potessero avere colla « massa filare » di Flemming e a tale scopo usò il metodo di colorazione dei mitocondrî su quegli stessi oggetti, sui quali il suo maestro aveva fondato la teoria della struttura filare del protoplasma. Egli così ci espone i risultati di tale confronto: « Bei der « Untersuchung, die ich an den Objekten Flemmings « mit den Methoden der Mitochondriendarstellung vornahm, « machte ich nun die Entdeckung, dass die Fäden, welche « Flemming in lebenden Gewebszellen beobachtet hat, sich « in der Farbe der Mitochondrien intensiv tingieren. Es « handelt sich demnach um Chondriokonten, oder, mit an-

« deren Worten, die Fäden, welche ich kürzlich als Chon-
« driokonten in den Zellen junger Embryonen beschrieben
« habe, sind Filarmasse im Sinne Flemmings » (p. 563).

In seguito a tale scoperta egli crede che anche i filamenti descritti da Flemming nelle cellule cartilaginee delle larve di salamandra sieno identiche a quei « fadenartigen Körpern » che Heidenhain descrisse nelle stesse cellule e a quei « pseudocromosomi » che questo stesso rivelò nelle cellule seminali del proteo, come pure che quella struttura filare descritta da Flemming nelle uova dei Mammiferi non risulti da altro che da condriomiti nel senso di Benda, cioè da serie di mitocondrii riuniti fra di loro da una sostanza intermedia meno colorabile. Per conseguenza egli non ha dubbio alcuno « dass die Körnchen, welche
« Flemming als Dotterkörnchen bezeichnet, dieselbe sind,
« welche Benda und Van der Stricht neuerdings als
« Mitochondrien nachgewiesen haben » (p. 566).

Ed ora vediamo quali conclusioni ci permettono di trarre sul significato dei mitocondrî le nostre personali ricerche.

Le cellule seminali maschili di *Pamphagus marmoratus*, per quanto noi abbiamo potuto constatare, si prestano molto bene per lo studio di questo interessante argomento, sia per le loro grandi dimensioni, sia ancora perchè ci pare che i mitocondrî presentino in esse, diremo quasi, quelle condizioni primitive e semplici di organizzazione e di struttura che meglio sono adatte a farcene conoscere la loro vera natura.

Abbiamo visto che i mitocondrî si trovano presenti in tutte le cellule seminali maschili dagli spermatogonî agli spermatozoi. Se in alcuni preparati si trovano mancanti in qualche cellula ciò non ha alcuna importanza dovendosi ritenere non già come indizio di una mancanza reale, ma semplicemente di una deficienza nella loro colorazione specifica.

Ciò che sopratutto colpisce nel confronto tra gli spermatociti e gli spermatogonî, per quanto riguarda l'insieme dell'apparato mitocondriale o condrioma, come Meves (57) designa l'insieme dei mitocondrî, condriomiti e condrioconti contenuti nella cellula, si è la differenza notevole nella quantità dei mitocondrî di queste due sorta di elementi cellulari. Negli spermatociti in via d'accrescimento il numero dei mitocondrî è, in apparenza almeno, assai maggiore che negli spermatogonî alla fase di riposo. Dato e concesso che i mitocondrî sieno parte vivente della cellula, questo fatto sarebbe naturalissimo, poichè è evidente che nella fase di accrescimento anche questa sostanza debba, come la cromatina, aumentare in quantità. Tuttavia, non ostante questa considerazione, la sproporzione tra le due sorta di cellule appare ancora troppo grande. Ma basta una attenta osservazione per accorgersi che si tratta di una semplice illusione e che l'apparente differenza nella quantità dei mitocondrî dipende solamente dal loro modo diverso di aggregazione.

Negli spermatogonî in riposo, come si è detto e come lo mostra la fig. 1ª, i mitocondrî sono riuniti in una massa compattissima ed omogenea, in un condriosoma di un certo spessore, come è facile convincersene all'osservazione microscopica dai movimenti che si devono fare con la vite micrometrica onde mettere a fuoco i vari punti di esso. Questi condriosomi, la cui natura mitocondriale non può esser messa in dubbio col metodo di Benda, corrispondono, se bene ci apponiamo a quella « Zellkoppel » (Sphärenbrücken) che Holmgren (42) descrisse negli spermatogonî di *Silpha carinata*, senza tuttavia riconoscerne la vera natura, molto probabilmente perchè non usò il metodo Benda. Egli, di fatto, parlando della divisione degli spermatogonî scrive: « Die Teilungen gehen nicht vollständig durch, sondern die « Tochterzellen bleiben durch die Verbindungsfäden mitei« nander in Zusammenhang » (p. 196) e vi annette una figura esplicativa (fig. 2,b) che ricorda molto la nostra fig. 2, caratterizzata da due fasci di condriomiti in divisione. E continua: « Diese Fäden ballen sich zusammen und bilden « einen wahren « Nebenkern », der sich durch Einwande« rung der Zentralkörper als eine « Idiozom » dokumentiert. « Durch solche nicht vollendete Teilungen entstehen die « Rosetten » des Autoren (fig. 2, c). Diese « Rosetten » « hängen somit durch wirkliche « Zellkoppel » (« Sphären-

« brücken ») zusammen » (p. 197). Il che dimostra ad evidenza che egli non ritiene i filamenti suddetti, ed i paranuclei che se ne formano, di natura mitocondriale, tanto più che subito dopo prosegue: « Die Mitochondrien schwinden « schon bei der 3 bis 4 Spermatogongeneration, oder sie « entziehen sich der optische Differenzierung » (p. 197).

Che questi condriosomi degli spermatogonî sieno compattissimi lo dimostra il fatto che essi non rivelano assolutamente la menoma traccia della loro struttura granulare, mentre sappiamo che questa esiste certamente e ne abbiamo una prova quando nella divisione essi si disaggregano in mitocondrî per dar luogo poi alla formazione dei condriomiti.

Si deve, noi crediamo, a questa grande compattezza se l'insieme di tutta la massa mitocondriale ci appare ridotta a piccolo volume e perciò formata da un numero di mitocondrî minore di quanto sia in realtà.

Questo addensarsi dei mitocondrî in un condriosoma compatto è un fenomeno che si ripete anche negli spermatociti di 1° ordine, all'inizio della loro fase di accrescimento e quindi subito dopo la divisione degli spermatogonî da cui hanno origine, come lo dimostra la nostra fig. 3. E siccome questi condriosomi non possono derivare da altro che da quei medesimi mitocondrî che nella divisione formano, nella teleofase, quei fasci a pennello di condriomiti, che noi abbiamo rappresentato nella fig. 2, ne dobbiamo concludere che alla divisione cellulare completa, segue un accentramento, un condensarsi dei mitocondrî in una massa compatta, che corrisponde all'inizio di una così detta nuova fase di riposo, o, se meglio vogliamo esprimerci, di una nuova fase di assimilazione

Ben presto tuttavia incomincia la disgregazione dei condriosomi e la loro struttura granulare appare sempre più evidente a mano a mano che, procedendo la fase di assimilazione, i mitocondrî si sciolgono e si sparpagliano qua e là nel citoplasma. Questo fenomeno raggiunge il suo massimo al termine della fase di assimilazione o di accrescimento, e quindi all'inizio della divisione cellulare. Si è allora che la disgregazione dei condriosomi è completa, e quindi è scomparsa ogni traccia di essi, mentre i mitocondrî che prima li formavano si trovano numerosissimi sparsi qua e là nella cellula, liberi e sciolti.

Non ci fu possibile durante questo periodo constatare una disposizione qualsiasi regolare dei mitocondrî. Essi ci apparvero sempre sparpagliati senza ordine, apparente almeno, nè abbiamo mai potuto constatare alcuna formazione di condriomiti. Solo quando il nucleo ha ancora la membrana, ma già i cromosomi stanno individualizzandosi ed assumono quella forma caratteristica ad anello, solo allora si trovano alquanto più accumulati intorno al nucleo, sebbene sieno però sempre sparsi in tutto lo spazio che intercede tra il nucleo e la periferia della cellula.

In questa fase solamente si potrebbe forse credere, data la loro disposizione, che essi possano avere origine dal nucleo, ma l'esame delle fasi precedenti è sufficiente per convincerci subito che questa supposizione è assolutamente da scartarsi.

Così disgregati e sciolti permangono i mitocondrî fino alla anafase, durante la quale incomincia la formazione dei condriomiti di cui prima non si aveva accenno. Essi, come si è visto, si dispongono in catenelle che appressate le une alle altre, circondano il fuso acromatico, formando all'esterno di esso un secondo fuso di natura mitocondriale, oppure una specie di guaina o di mantello. Le catenelle sono dapprima corte, ma molto numerose, come lo dimostrano le fig. 9 e 10. Esse sono cioè incomplete perchè ancora una parte dei mitocondri non ha potuto prendere la posizione che loro spetta. Col proseguire della condriótassi le catenelle si allungano e formano il fuso mitocondriale completo.

Compiutasi la divisione dello spermatocito di 1° ordine, ecco che noi constatiamo nei due spermatociti di 2° ordine il ripetersi di quanto si è osservato nella loro cellula madre. I mitocondrî si addensano di nuovo a formare una massa compatta, ed ha luogo così la formazione di condriosomi, come si può osservare nelle fig. 12 e 13.

Naturalmente in queste cellule la fase a condriosomi non può durar molto, poichè, com'è naturale, la 2 divisione di maturazione segue immediatamente alla prima, senza che i nuclei si ricostituiscano. È tuttavia interessante il notare come, non ostante ciò, i mitocondrî si riaggregano per parte loro in condriosomi, che in questo caso appaiono in numero di due rappresentando una diade corrispondente alle diadi di cromosomi che ci presenta il nucleo di questi elementi.

Anche qui i condriosomi all'iniziarsi della 2ª divisione si disgregano, si risolvono in mitocondrî, come lo mostrano molto bene le fig. 14 e 15, e questi si spargono senz'ordine apparente qua e là nel citoplasma, tenendosi però sempre nello spazio compreso fra il fuso e la periferia della cellula. Quindi si inizia la condriotassi ed ecco apparire anche in questo caso i primi condriomiti, come si vede nella fig. 15, e proseguire poi la formazione del fuso o mantello mitocondriale in modo analogo a quanto prima si è descritto negli spermatogonî e negli spermatociti di 1º ordine.

Finalmente anche negli spermatidi segue, subito dopo la loro nascita, un nuovo concentramento dei mitocondrî in una massa compatta, in uno speciale condriosoma, nel « Nebenkörper » di La Valette St George, nel « Nebenkern » di Bütschli, nel « Mitochondrienkörper » di Meves.

Risulta adunque da queste nostre osservazioni in modo assai evidente che noi dobbiamo distinguere tre modi diversi di presentarsi del condrioma, i quali corrispondono a tre fasi diverse della sua evoluzione in tutto quel ciclo che possiamo chiamare il ciclo vitale della cellula e che va dalla sua nascita fino alla sua completa divisione. Essi sono: 1º) il condriosoma, caratteristico dell' inizio della fase di riposo (1); 2º) i mitocondrî, caratteristici della fase di riposo, o dell'inizio di quella di divisione; 3º) i condriomiti, caratteristici della fase di divisione. È tuttavia naturale che queste tre fasi non possono essere così schematicamente e nettamente divise, come noi le indichiamo, e che il passaggio dall'una all'altra si faccia gradualmente senza che sia in tutti i casi possibile segnarne i limiti precisi. Può darsi anche che questi tre stadî, che noi constatiamo così nettamente nelle cellule spermatiche di *Pamphagus marmoratus*, non esistano in tutte le specie di animali. Stando, per esempio, alle ricerche di Duesberg (22), nelle cellule spermatiche del ratto i mitocondrî non formano mai un condriosoma ma sono sempre liberi e sparsi, salvo qualche piccola agglomerazione.

---

(1) Con molta probabilità i condrioconti di Meves sono forme speciali di condriosomi.

Se ora noi vogliamo stabilire un parallelo tra il condrioma ed il nucleo, troviamo analogie, che sono certamente molto interessanti, tra il modo di aggregarsi dei mitocondrî e quello dei cromioli della cromatina durante il ciclo vitale della cellula.

Anche i granuli elementari costituenti la cromatina, i cosidetti cromioli, si riuniscono talora in masse compatte ed omogenee, sì che la loro struttura granulare non è più assolutamente discernibile al microscopio. Essi formano allora i cromosomi, che corrispondono perciò nella loro struttura ai condriosomi, ma mentre questi ultimi sono caratteristici della fase di riposo o, per dir meglio, di assimilazione della cellula, quelli invece sono proprii, come sappiamo, della sua divisione.

Il parallelo in questo caso può essere spinto ancor oltre. Come in talune specie i cromosomi hanno la forma di bastoncini o di anse, così in taluni casi i condriosomi possono pur essi avere un forma simile e per tal modo hanno origine i condrioconti di Meves.

La fase corrispondente a quella dei mitocondrî liberi e sciolti è rappresentata nel nucleo dalla disgregazione dei cromosomi, disgregazione che incomincia subito dopo la divisione, come è noto, e che attraverso a tutte le varie disposizioni che i cromioli assumono nel nucleo in riposo, dando origine al reticolo cromatinico nelle sue svariate strutture, conduce alla risoluzione completa di tutta la massa cromatinica nei suoi singoli elementi costitutivi, nei cromioli, come vediamo avvenire nel nucleo immediatamente prima della formazione dello spirema. Questa fase si estende dunque per tutto il periodo di assimilazione, raggiungendo il suo termine all'inizio della divisione, nello stesso tempo che si svolge quella della disgregazione dei condriosomi in mitocondrî, la quale, come sappiamo, è pure compiuta al cominciare della citodieresi.

Quanto poi alla fase dei condriomiti, essa trova perfetto riscontro in quella dello spirema del nucleo, nella quale per l'appunto i cromioli si dispongono a catenelle o a file che potremo chiamare « cromomiti » a somiglianza di quanto fanno i mitocondrî nella costituzione dei condriomiti. La formazione dei condriomiti fa seguito alla fase dei mitocondrî liberi e accompagna la divisione cellulare: quella dei cromomiti tien dietro a sua volta a quella dei cromioli liberi, e precede la divisione e la formazione dei cromosomi.

Così che se noi vogliamo rappresentarci in uno schema il parallelo tra queste due parti cellulari: il cromatoma (1) da una parte, contenuto nel nucleo, ed il condrioma dall'altra contenuto nel citoplasma noi possiamo stabilirlo come segue:

Parti cellulari

Nel citoplasma:	Nel carioplasma:
Condrioma	*Cromatoma*
Granuli elementari: *mitocondrî*	Granuli elementari: *cromioli*

Modi di aggregazione:

In masse compatte in cui la originaria
costituzione granulare non è più discernibile

Condriosoma (subito dopo la completa divisione della cellula e all' inizio quindi della nuova fase di riposo o per meglio dire di assimilazione)	*Cromosoma* (all'inizio della fase di divisione)

---

(1) Crediamo opportuno di indicare con questo nome l' insieme della parte cromatica del nucleo, costituita solo dalla cromatina, ad esclusione di quelle altre sostanze nucleari che non si colorano con i soliti coloranti nucleari, nello stesso modo che Meves indica con « condrioma » l'insieme dei granuli, i mitocondrî, che si colorano in modo specifico col metodo di Benda.

Condrioconti (condriosomi a forma di bastoncini)	*Anse cromatiche* (cromosomi a forma di bastoncini o di anse)
In granuli sciolti:	
Mitocondrî (derivano dalla graduale disgregazione dei condriosomi durante la fase di assimilazione, disgregazione che raggiunge il suo massimo nell'istante in cui si inizia la divisione)	*Cromioli* (derivano dalla graduale disgregazione dei cromosomi durante la fase di assimilazione (reticolo cromatinico del nucleo in riposo) disgregazione che raggiunge il suo massimo nell'istante in cui si inizia la divisione)
In catenelle o filamenti:	
Condriomiti (accompagnano la divisione)	*Cromomiti* (precedono la divisione e la formazione dei cromosomi).

Il condrioma nella divisione cellulare.

Cariodieresi, condriodieresi e citodieresi.

Se il condrioma, esaminato nelle cellule in riposo, presenta già un notevole interesse, come ci pare che risulti dalle pagine precedenti, desta un interesse ancora maggiore, quando lo si consideri nella cellula in divisione.

Che il condrioma, nella divisione cellulare, subisca anch'esso una divisione per parte sua, nessuno finora ha messo in dubbio per quanto ci risulta. Quasi tutti però ritengono o dicono esplicitamente che tale fenomeno è passivo e che la massa totale mitocondriale viene separata nelle due cellule figlie dallo strozzarsi della cellula. Si capisce di leggieri come, se realmente fosse così, la divisione del condrioma avrebbe poca importanza e verrebbe ad essere un fatto non molto diverso da quella divisione assolutamente passiva che subiscono le sostanze brute, il vitello per esempio, nel dividersi della cellula che le contiene, come abbiamo esempi numerosissimi nella segmentazione delle uova.

Benda stesso (8) dopo di aver descritto la disposizione che i mitocondrî assumono durante la divisione, disposizione che collima esattamente con quanto anche noi abbiamo osservato e descritto, così scrive: « Ihr Verhalten in den « Teleophasen (wie ich an Stelle des barbarisch gebildeten « Telophasen lieber sagen möchte) habe ich noch nicht « sicher erkennen können; es scheint dass die Körnerketten « durch die vorwachsende Membran der Tochterzellen getheilt werden » (p. 378).

Meves (54) nel descrivere la divisione dei mitocondrî negli spermatociti di *Paludina* che dànno origine agli spermatozoi filiformi, così si esprime: « Bei der Durchschnürung « werden die in Aequator befindlichen Theile der Chondromiten zu dünnen Strängen ausgezogen (fig. 19). Diese « Stränge hängen nach vollzogener Theilung (ebenso wie « die in meinen Sublimat-Eisessig-Präparaten nicht erkenn- « baren Reste der Verbindungsfasern) vielfach noch eine « Zeit lang durch Vermittelung des Zwischenkörperchen « zusammen (fig. 20) » (pag. 558). E nello stesso lavoro, dopo di aver descritto negli spermatociti di *Pygaera bucephala* la formazione delle catenelle di mitocondrî durante la divisione, aggiunge: « Wenn die Entfernung zwischen den « beiden Tochterkernen noch grösser wird, schnürt sich der « Mitochondrienmantel im Aequator sanduhrförmig ein, « wobei sich die äequatorialen Stränge noch weiter ver- « dünnen (fig 59-a). Diese Stränge werden schliesslich ebenso « wie die Spindel-bezw. Verbindungsfasern im Zwischenkör- « perchen zusammengefasst (fig. 64). . . . . . . Schliesslich « schwinden die Stränge, welche die beiden Hälften des « Mitochondrienmantels mit dem Zwischenkörperchen ver- « binden, vollständig » (pag. 570).

Holmgren (42) descrivendo la prima divisione di maturazione negli spermatociti di *Silpha carinata*, così scrive: « Bei diese Zellkörperteilung werden die Mitochondrien

« auch einbezogen » (pag. 202) e poco più sotto a proposito della seconda divisione: « Die Mitochondrien werden auch « in diese Teilung einbezogen » (pag. 202), il che dimostra che anch'egli considera questa divisione come un fenomeno passivo per parte dei mitocondrî.

Anche Zweiger (82) crede che i mitocondrî « eine « Durchschnürung in der Aequatorgegend erlitten » (p. 160) e Wilke (79) così si esprime: « Die Zellleib schnürt sich nun « ein: ebenso erfolgt eine Durchschnürung der Mitochondrien » (pag. 691).

Gli Autori finora menzionati, se pure, come pare, credono che la divisione dei mitocondrî sia passiva, riconoscono tuttavia e descrivono la loro importante partecipazione alla formazione di uno speciale fuso che riveste il fuso acromatico. Ma ve ne sono altri che, probabilmente per deficienza di preparati adatti, ritengono che la divisione dei mitocondrî si faccia passivamente senza che essi concorrano menomamente alla costituzione delle figure di divisione.

In questo senso si esprimono esplicitamente gli Schreiner (66) a proposito dei mitocondrî negli spermatociti di *Myxine glutinosa:* « In den Mitosen liegt der Körper « (der Mitochondrienkörper) ausserhalb der Spindelfigur im « Zellleibe und scheint mit diesem passiv geteilt zu werden » (pag. 157).

D'Hollander (21) descrisse negli oogoni e negli oociti giovani di pollo certi pseudocromosomi intrecciati e raggomitolati che egli vide nella metafase allogati ai due poli della cellula e ritenne perciò che nella divisione passassero passivamente nelle due cellule, mantenendo questa stessa posizione.

Duesberg (23) nelle cellule blastodermiche dell'ape comune a proposito delle loro granulazioni mitocondriali scrive: « lors de la division, elle se répandent uniformément « dans le corps cellulaire autour de la figure de division de « telle sorte que le plan de division les partage également « entre les cellules-filles (fig. 3). Ce processus est absolument « comparable à celui que j'ai décrit dans les division du « spermatocyte du rat » (pag. 263).

Di fatto egli in un precedente lavoro (22) ci presenta figure di divisione cellulare ove i mitocondrî sono, anche nella teleofase, sparsi per il corpo della cellula e non formano mai condriomiti nè tanto meno quella guaina o mantello del fuso che è così ben distinto nei nostri preparati.

Noi non possiamo negare che realmente le cose stieno così come questi Autori credono, perchè potrebbe darsi che il comportamento dei mitocondrî fosse alquanto diverso da una specie all'altra, ma abbiamo però dei forti dubbî che il giudizio espresso da costoro non sia sempre il risultato di una osservazione diretta, ma semplicemente una congettura. Abbiamo visto di fatto nelle nostre figure come i mitocondrî si spargono bensì nella cellula tutt' intorno al fuso, nella metafase, e in certi casi, (fig. 14-15) si trovano piuttosto accumulati verso i due poli, ma abbiamo pure constatato che questa non è che una disposizione temporanea destinata a scomparire a mano a mano che la divisione procede, e che la posizione dei mitocondrî, quando questa sta per compiersi, è tutt' altra che quella che essi presentavano al suo inizio.

Anche Depdolla (19) vide i mitocondrî nelle cellule seminali di *Lumbricus terrestris* irregolarmente ammucchiati durante la mitosi con la tendenza a dividersi nelle due cellule figlie, ma confessa esplicitamente di non aver osservato altra fase che quella della piastra equatoriale. Ora noi sappiamo che durante questa fase i mitocondrî sono di fatto irregolarmente sparsi e solo nell'anafase dànno luogo alle figure sopra descritte.

Un caso analogo è quello di Wassilieff (76). I filamenti che egli nelle fig. 42 e 53 rappresenta intorno al fuso degli spermatociti di *Blatta germanica* sono senza dubbio condriomiti. Secondo lui tuttavia essi non si divono trasversalmente, come Benda crede. Evidentemente qui Wassilieff è stato condotto in errore dalla mancanza di osservazioni esatte, perchè tale divisione dei condriomiti in *Blatta germanica* è ben visibile nelle figure del lavoro di von La Valette St. George, figure che, come già notammo, coincidono esattamente con le nostre.

Noi crediamo invece, giudicando dai nostri preparati, che si tratti di un fenomeno di molta maggior importanza che non sia una semplice divisione passiva, e che la distribuzione dei mitocondrî nelle due cellule figlie sia una divisione perfettamente paragonabile a quella del nucleo o a quella della cellula. Si è perciò che noi proponiamo di indicarla col nome speciale di condriodieresi, in contrapposizione a quella del nucleo e della cellula distinte rispettivamente con le designazioni di cariodieresi e di citodieresi.

Che la condriodieresi sia un fenomeno a sè, speciale e distinto dalla divisione del resto della cellula, lo dimostrano due fatti: prima le disposizioni diverse che i mitocondrî assumono nelle varie fasi della divisione; in secondo luogo e più specialmente il fatto che la loro divisione, come ben si può constatare dai preparati, si compie prima ancora che la divisione della cellula sia avvenuta completamente e quindi senza che questa influisca per nulla sulla condriodieresi.

L'esame delle fig. 2, '6 e 17 sono sufficienti a convincerci di questo. In esse noi vediamo chiaramente, come la divisione delle due masse mitocondriali è già avvenuta e le due cellule figlie sono pur anco insieme riunite. Non si può dunque assolutamente dire che esse vengano divise dallo strozzarsi delle cellule e quindi che la loro divisione sia una conseguenza diretta di questa strozzatura.

Che sia così anche Meves e Duesberg (58) lo hanno intuito in un loro recentissimo lavoro sulla spermatogenesi del calabrone. « Die Teilung desselben » — essi scrivono — « geht nicht auf dem Wege ein einfachen « Durchschnürung vor sich, sondern in der Weise dass « die Chondriomiten sich in der Mitte verdünnen, um an « den Enden immer Dicker zu werden. Schliesslich hat sich « die gesammte Substanz der Chondriomiten bis auf dünne « Fäden, welche zwischen der Spermatiden zunächst noch « übrig bleiben, im Innern der Zellen angehäuft » (p. 583).

Nello stesso modo che la cariodieresi o divisione del nucleo è un fenomeno a sè, indipendente dalla citodieresi, e lo prova il fatto che in molti casi il nucleo si divide senza che ne segua la divisione della cellula, così la condriodieresi è pure un fenomeno di divisione di una parte speciale della cellula, paragonabile perfettamente al nucleo.

Già abbiamo fatto rilevare, nelle pagine che precedono, la grande analogia che corre tra lo stato di aggregazione dei granuli elementari del condrioma, i mitocondrî, e quelli del cromatoma, i cromioli, durante il ciclo vitale della cellula. Una analogia simile si osserva anche nel loro comportamento durante la divisione.

La questione è ancora troppo giovane e le nozioni che possediamo ancora troppo scarse perchè se ne possano trarre conclusioni generali di un valore assoluto. Ciò non ostante noi non crediamo inopportuno dedurre dalle osservazioni nostre alcune conclusioni generali, che potranno o no venire confermate, ma che avranno almeno il merito, speriamo, di imprimere alle ricerche future una direzione definita.

Giglio-Tos ebbe occasione di esporre, già da parecchi anni, una interpretazione dell'assimilazione (28) della struttura e della divisione della cellula (29) che trova nella scoperta dei mitocondri e nella condriodieresi una conferma non priva certo di un gran valore.

Secondo tale interpretazione Giglio-Tos, partendo da un punto di vista, teorico sì, ma basato sui principî fondamentali della chimica e della fisica, supponeva che ogni cellula, fosse costituita da particelle viventi, che egli chiamò « biomori » immerse in un liquido da lui detto « liquido interbiomorico » nel quale si compiessero gli scambi chimici necessarî alla assimilazione. Il liquido interbiomorico non sarebbe dunque una parte vivente ma costituirebbe semplicemente un mezzo, un ambiente interno alla cellula, formato in prevalenza di acqua, nella quale starebbero sciolte e le sostanze che devono servire alla nutrizione dei biomori e quelle altre che derivano dalla secrezione di questi, nello stesso modo che i liquidi circolanti, linfa o sangue dei Metazoi, formano il mezzo o ambiente interno organico nel quale le cellule versano i loro prodotti di secrezione e dal quale tolgono le sostanze necessarie alla loro nutrizione.

Egli faceva osservare fin d'allora che i biomori corrispondevano dal punto di vista morfologico ai « plastiduli » di Maggi e di Haeckel, ai « granuli » di Altmann, alle « sferule protoplasmatiche » di Kunstler ed ai « microsomi » di parecchi altri Biologi, ma che se ne distinguevano tuttavia essenzialmente dal punto di vista fisiologico.

Di fatto, tutti questi plastiduli o granuli o microsomi sono bensì ritenuti viventi, ma la loro vita è un fenomeno che non ha spiegazione nel concetto dei loro Autori, i quali lasciano irresoluto l' arduo problema, e superano questa difficoltà con l'ipotesi che essi sieno capaci di compiere le funzioni vitali dell'assimilazione e della riproduzione. « *Cur opium facit dormire?* » « *Quia est in eo virtus dormitiva, cujus est natura sensus assopire* »!

Ben diverso è invece il concetto dei biomori nell'interpretazione di Giglio-Tos, poichè esso deriva, per una parte dall'osservazione diretta dei fatti e della struttura della cellula, ma per altra parte da un modo suo speciale di spiegare l'assimilazione e la riproduzione.

Egli aveva fin dal 1899 dimostrato che, per dare una spiegazione scientifica della vera assimilazione e quindi dell'aumento della sostanza vivente e della sua riproduzione, non era necessario supporre, come fin allora si faceva, che intervenissero fenomeni chimici speciali e proprii esclusivamente della sostanza viva, ma che bastava ricorrere ad uno dei fenomeni chimici comuni e che si riscontrano nella sostanza bruta organica, vale a dire allo sdoppiamento di una molecola in due altre uguali e nel ricostituirsi di queste, mediante reazioni chimiche, in due altre uguali alla primitiva. E per dare un esempio concreto della cosa e dimostrare come questa intepretazione non fosse semplicemente un'ipotesi, ma riposasse sopra fatti che tutti possono verificare, citava l'esempio della vita e della riproduzione di una molecola di acido acetico, la quale, con reazioni chimiche convenienti, si può trasformare in una molecola di cloruro di acetile, e questa in una di metiletilchetone, che sotto l'azione dell'ossigeno si sdoppia in due molecole di acido acetico uguali alla primitiva.

Fa d'uopo osservare, per poter apprezzare giustamente il valore di questa interpretazione, che fino ai nostri giorni, come fa rilevare Häcker in un suo recente lavoro (35), la maggior parte degli osservatori si basano ancora sulle vedute di Ernst Brücke, condivise e sostenute da Weismann, che cioè le ultime unità viventi ed ereditarie (come i biofori di Weismann e le unità fisiologiche di Spencer, ecc.) non possano essere identiche alle molecole albuminoidi, ma debbano invece rappresentare un complesso organizzato di queste ultime; onde la vita dei granuli, dei plastiduli, dei microsomi o dei biofori sarebbe una conseguenza misteriosa ed enigmatica di questa ipotetica speciale organizzazione. Weismann nega anzi in modo esplicito che i biofori possano essere ritenuti come molecole, poichè queste ultime, egli dice, *non sono capaci di assimilazione*.

Del resto, in questa medesima pretesa impossibilità della molecola ad assimilare, ancora in questi ultimi anni trovò Verworn una ragione per emettere la sua ben nota ipotesi del biogeno, ipotesi, che diventa perfettamente inutile, dopo che risulta dimostrata l'insussistenza di quella impossibilità.

In questi giorni solamente si incomincia a notare una specie di reazione contro questo modo un po' troppo dogmatico di considerare le cose, ed una tendenza a dare dell'assimilazione una interpretazione identica a quella proposta da Giglio-Tos.

Hatschek (36) di fatto, volendo dare una spiegazione della eredità organica, nell'interpretare l'assimilazione e la riproduzione ricorre anch'egli allo sdoppiamento di una molecola in due uguali e alla ricostituzione, per opera di queste, di due altre molecole uguali alla primitiva. Egli chiama queste molecole viventi con lo stesso nome di « biomolecole » usato da Giglio-Tos, ma non cita esempio alcuno per dimostrare, che questa proprietà, che loro si attribuisce, è comune a molte molecole organiche brute, onde parrebbe che nelle sue biomolecole egli supponga molecole speciali viventi, di costituzione e proprietà differenti da quelle altre.

Fick (24) ha fatto rilevare, dietro indicazione di Wundt, come anche talune molecole sieno in certo modo capaci di assimilare in quanto esse possono formare composti polimeri che poi si scindono in molecole uguali.

Häcker (35) aggiunge pure recentemente che esempi di simile sorta si trovano, come il Prof. H. Kauffmann gli ha comunicato, già nel gruppo dei composti del benzolo, specialmente, per esempio, nella fenetidina $(C_2 H \; OC_6 H \; NH_2)$ la quale, con l'aggiunta di fenolo e trattata con etere, produce un corpo, il fenoazofenotol, la cui molecola rappresenta in certo modo una doppia molecola di fenetidina e per riduzione può scindersi realmente in due molecole di fenetidina.

Nè Hatschek, nè Fick, nè Häcker dimostrano di conoscere la interpretazione di Giglio-Tos, resa pubblica fin dal 1899 (28) e lungamente esposta e discussa nel 1900 (29). Se l'avessero conosciuta, Hatschek e Fick avrebbero trovato un esempio concreto in sostegno della loro tesi e Häcker avrebbe potuto constatare, come non sia necessario ricorrere a molecole organiche complesse per trovare fenomeni di tal natura, poichè essi già si presentano tipicamente in quelle assai più semplici, qual'è la molecola dell'acido acetico. Il che non è certo senza una grande importanza nella risoluzione dei problemi biologici, e specialmente in quella del problema fondamentale dell' origine della vita.

Nel rivendicare a sè la priorità indiscussa dell' interpretazione dei fenomeni più importanti della vita, dell'assimilazione e della riproduzione, Giglio-Tos (31) insiste sul significato che deve avere la parola « biomolecole » nell'indicare le molecole viventi, facendo ben rilevare come non si vogliano designare molecole aventi la facoltà di vivere, e quindi con proprietà peculiari, ma semplicemente molecole di composti organici aventi le proprietà, *non una di più,* che per solito si riconoscono a tutte le altre molecole di sostante organiche brute. Ma siccome le reazioni dell'assimilazione esigono condizioni fisico-chimiche speciali, che possiamo perciò chiamare condizioni vitali, Giglio-Tos intende di indicare col nome di biomolecole quelle molecole che trovano nell'ambiente attuale queste condizioni realizzate e quindi sono capaci di vivere.

Ciò premesso, si comprende di leggeri come i « biomori » di Giglio-Tos abbiano un significato fisiologico ben diverso dai biofori, dai granuli, o da qualsivoglia altro elemento costitutivo della cellula. In questi, come si è detto, la facoltà di vivere è conseguenza della loro speciale ed enigmatica organizzazione: nei biomori invece la vita non è che la conseguenza della vita delle singole molecole che li compongono. Perchè, secondo Giglio-Tos, i biomori non sarebbero altro che particelle formate dall' aggregazione di biomolecole differenti insieme raggruppate dalla loro affinità chimica, e l' assimilazione e la riproduzione dei biomori sarebbero la risultante dell'assimilazione e della riproduzione delle singole biomolecole che li compongono.

Così che, secondo Giglio-Tos, l'elemento vero della cellula sarebbe la biomolecola, nella quale sta la facoltà fondamentale della vita e gli elementi morfologici e visibili sarebbero i biomori, gruppi di biomolecole, viventi insieme in una sorta di simbiosi. La sostanza vivente, o bioplasma accessibile alle nostre osservazioni, risulterebbe sempre formata di uno o di più biomori, conviventi in simbiosi, e, poichè ogni simbiosi porta in sè implicito il concetto di una aggregazione determinata per numero e per qualità degli elementi che la compongono, così il bioplasma non può mai essere di quantità indefinita, ma deve invece risultare sempre di una massa definita per numero e per qualità di biomori. Giglio-Tos chiama una simile simbiosi di biomori col nome di « biomonade ». la cui complessità evidentemente dipenderà dalla qualità e dal numero dei biomori. La cellula sarebbe appunto una biomonade enormemente complessa e per la svariata qualità e per il numero grandissimo dei biomori che la costituiscono.

Mettendo la sua concezione teorica della cellula e del bioplasma in rapporto con la struttura del protoplasma quale le osservazioni ce la rivelano, Giglio-Tos (29) già fin d'allora scriveva: « Comme je viens de montrer que le bio-« plasma est constitué de biomores, c'est-a-dire de particules, « j'accepte implicitement, il est vrai, la théorie granulaire « d' Altmann: cependant je ne vais pas jusqu'à l'exclusion

« complète des autres. Je crois, au contraire, que ces granules peuvent, dans bien des cas, se ranger en files, pour « donner lieu à des filaments selon la théorie filaire de « Flemming, ainsi que j'aurai occasion de le montrer « plus tard » (p. 96), e poco più oltre: « Je ferai remarquer ici que la conception de la structure fondamentale « de la cellule, à laquelle nous sommes arrivés par des « considérations presque théoriques, concorde admirablement « avec la structure que lui attribuent Flemming, Reinke « et d'autres cytologistes distingués. En effet le liquide interbiomorique correspond à peu près à cette masse homogène fondamentale qui à été appelée *citolynine* par « Waldeyer, *masse interfilaire* par Flemming, *hyaloplasma* par Leydig, *enchylème* par Carnoy; tandis que les « biomores ne sont autre chose que les microsomes ou les « granules, qui, par leur disposition, peuvent donner lieu à « la structure filaire, réticulaire, vacuolaire etc. » (pag. 114).

La scoperta dei mitocondrî e la dimostrazione dataci oggidì da Meves (55$^{\text{bis}}$), che i filamenti protoplasmatici di Flemming corrispondono perfettamente ai condriomiti di Benda, è la prova più lampante e irrefragabile che la struttura teorica della cellula, supposta da Giglio-Tos, collima esattamente con la realtà. I cromioli della cromatina, i mitocondrî del condrioma, i centrioli del centrosoma sono per l'appunto altrettanti biomori, distinti per la diversa loro natura chimica, che fanno parte della complessa costituzione della cellula. La citologia attende oggi che una più minuta e perfezionata tecnica microscopica ci riveli altri granuli o biomori di varia natura la cui presenza nella cellula è assai probabile, ma per ora purtroppo ci sfugge ancora, e solo si può sospettare. È verosimile, per esempio, che una parte almeno dell'acromatina del nucleo risulti costituita a sua volta di biomori o granuli speciali, come è pure verosimile che, oltre ai mitocondrî, altri granuli o biomori concorrano alla costituzione di tutta la massa citoplasmatica. Potrebbe darsi che una parte di quelle formazioni diverse, che oggidì vengono troppo facilmente considerate come veri mitocondrî, non fossero tali, ma rientrassero invece nella categoria di questi altri biomori del citoplasma di cui noi sospettiamo l'esistenza.

L'interpretazione del Giglio-Tos dell'assimilazione e della struttura intima della cellula porta per filo di logica ad altre naturali conseguenze.

Se è vero che l'assimilazione si compie per graduali successive trasformazioni chimiche delle biomolecole formanti i biomori, anche questi debbono, durante il ciclo vitale della cellula, cambiare di costituzione chimica. Se è vero d'altra parte che l'aggregazione dei biomori a formare la cellula si fa in ragione della loro affinità chimica, è pure logico e naturale che, variando la loro natura chimica, varî pure il loro modo di aggregazione. E, siccome nella cellula vivente e in via di assimilare queste trasformazioni sono incessanti, è inevitabile che i biomori sieno in continuo movimento, sempre in ragione dei cambiamenti chimici che subiscono e della nuova reciproca disposizione che essi devono assumere. Per tal modo Giglio-Tos spiega i movimenti o le correnti protoplasmatiche interne, e nello stesso fatto egli trova la ragione della diversa struttura che le cellule della stessa natura ci rivelano in istanti differenti del loro ciclo vitale.

Se fosse possibile osservare due cellule di ugual natura, nello stesso preciso istante del loro ciclo vitale, noi dovremmo necessariamente trovarle identiche. Le differenze che invece ci presentano, sia nella struttura del reticolo cromatico, sia in quella del condrioma, delle parti cioè che oggidì la tecnica microscopica ci rivela, si debbono attribuire al fatto che tali cellule vengono osservate in istanti diversi del loro ciclo, quindi con disposizioni diverse dei loro biomori.

Allo sdoppiamento delle biomolecole per causa dell'assimilazione, ed alle sue conseguenze dirette ed alla disposizione reciproca che assumono i biomori, Giglio-Tos riconduce pure tutto il complesso meccanico della divisione cellulare, siccome già espose fin dal 1900 (29).

Egli trova che il principio che provoca lo sdoppiamento della molecola è, in fin de' conti, quello stesso che provoca la cariodieresi e la citodieresi. Esso non è altro che l'orientamento od assetto dei loro elementi costitutivi. L'orientamento degli atomi, elementi della molecola, provoca lo sdoppiamento di questa, come l'orientamento delle molecole, elementi dei biomori, provoca la scissione di questi ultimi, come l'orientamento dei biomori, elementi della cellula, provoca la divisione di questa. E la cosa è di semplice e facile dimostrazione.

Abbiasi una qualsiasi molecola composta degli atomi: $a\ b\ c\ d\ e$ ed abbiano questi una disposizione quale che si voglia immaginare, per esempio: $\begin{array}{ccc} & a & \\ e & & b \\ & d\ c & \end{array}$. Il risultato finale delle trasformazioni chimiche che questa molecola subirà durante l'assimilazione sarà quello di raddoppiare il numero degli atomi che la formano, così che nell'istante in cui la sua assimilazione sarà compiuta, la molecola primitiva sarà così formata: $\begin{array}{ccc} & aa & \\ ee & & bb \\ & dd\ cc & \end{array}$. Ma non appena ciò sarà avvenuto, se noi ammettiamo, come non ne possiamo far a meno, che la disposizione degli atomi nella primitiva molecola sia l'effetto inevitabile della loro reciproca affinità, di necessità questi atomi si disporranno come nella prima molecola e quindi, poichè sono in numero doppio, si formerà un doppio assetto: $\begin{array}{ccc} & a & \\ e & & b \\ & d\ c & \end{array} \begin{array}{ccc} & a & \\ e & & b \\ & d\ c & \end{array}$, il che equivale a dire che la molecola primitiva, trasformatasi per causa dell'assimilazione, si è sdoppiata in due altre biomolecole uguali a se stessa.

L'esempio, così come è esposto, non è perfettamente rispondente al vero, perchè in realtà non esiste un istante in cui la molecola abbia un numero di atomi doppio del primitivo. Lo sdoppiamento succede nell'istante stesso in cui questo numero diventerebbe doppio, se l'assetto degli atomi in ragione della loro affinità non provocasse immediatamente la scissione. Ma noi abbiamo creduto di presentarlo in questo modo, onde render meglio evidente il principio sul quale si poggia l'interpretazione suddetta e rimandiamo il lettore che desiderasse in proposito più precisi schiarimenti alla lettura dei capitoli I e VI del lavoro di Giglio-Tos (29).

Ciò premesso passiamo a considerare la divisione dei biomori.

« De même que la biomolécule est un système d'ato-
« mes, de même aussi le biomore est un système de biomo-
« lécules, qui sont liées entr'elles par leur affinité chimique,
« ainsi que nous l'avons vu dans le chap. IV. Dans ce
« système biomoléculaire, les biomolécules auront donc un
« arrangement bien determiné, selon leurs affinités récipro-
« ques et, par suite, selon leur structure.

« Pour mieux fixer nos idées, indiquons ici la structure
« des biomolécules d'un biomore quelconque A par les lettres
« *a b c d e f* et supposons que le schéma suivant nous répré-
« sente la disposition de ces biomolécules dans le biomore,
« à l'instant même de leur naissance, c'està.-dire avant
« qu'elles aient commencé leur developpement :

(1)
$$\begin{array}{ccc} & a & \\ f & & b \\ e & d & c \end{array}$$

« Dès que le développement commencera, leur consti-
« tution chimique changera, et, comme leur arrangement
« est en étroite dépendance de leur constitution, ainsi que
« nous l'avons démontré dans le chapitre IV, il y aura aussi
« un changement dans leur arrangement. Les biomolécules
« se déplaceront donc, pour prendre réciproquement une
« autre disposition en rapport avec leur nouvelle structure.

« Indiquons celle-ci par a' b' c' d' e' f' et réprésentons
« le nouvel arrangement par le schéma suivant :

(2)
$$\begin{array}{ccc} f' & b' & e' \\ d' & a' & c' \end{array}$$

« Naturellement il n'y aura pas un seul, mais plusieurs
« déplacements biomoléculaires, et, puisque chacun de ceux-ci
« est provoqué par les changements chimiques que les biomo-
« lécules subissent, les déplacements biomoléculaires seront
« d'autant plus nombreux que les réactions assimilatrices
« du développement le seront elles-mêmes davantage. Cepen-
« dant, après une série plus on moins longue de déplacements,
« on arrivera au dernier, qui précède immédiatement le
« dédoublement des biomolécules.

« Supposons maintenant que le schéma (2) nous représent l'arrangement final des biomolécules dans le biomore, à l'instant même ou celles-ci se divisent, et supposons encore, d'abord, que le développement suivi par les biomolécules ait été le développement autogénétique : la biomolécule a' se divisera en aa, b' en bb, c' en cc etc. et le biomore, à l'instant même de cette scission biomoléculaire, sera constitué comme il est représenté dans le schéma suivant :

(3)
$$\begin{array}{ccc} & bb & \\ ff & & ee \\ dd & & cc \\ & aa & \end{array}$$

« Qu'arrivera-t-il alors ?

« Puisque nous venons de supposer que le biomore A est un système biomoléculaire formé des biomolecules a b c d e f dont l'arrangement a été indiqué par le schéma (1) ; puisque, d'autre part, cet arrangement est en étroite dépendance de la structure des biomolécules, celles-ci, aussitôt que le dédoublement biomoléculaire aura doublé leur nombre, s'orienteront, en vertu de leur attraction réciproque, selon leur structure et, par conséquent, selon le schema (1) dont la disposition biomoléculaire correspond précisément à la structure a b c d e f que les biomolécules ont reprise.

« Mais, comme le nombre des biomolécules est maintenant double à cause du développement autogénétique, leur orientation sera également double et amènera nécéssairement, inévitablement la division du biomore. Le biomore représenté par le schéma (3) se divisera donc en deux biomores semblables au biomore du schéma (1) :

(4)
$$\begin{array}{ccc} & a & \\ f & & b \\ e & & c \\ & d & \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} & a & \\ f & & b \\ e & & c \\ & d & \end{array}$$

« Comme on le voit, la division du biomore, c'est-à-dire d'une particule vivante, n'est pas substantiellement différente de la division d'une molécule. Il n'est nullement nécessaire de faire intervenir aucune force spéciale pour expliquer cette division. L'attraction même qui unit les

« biomolécules dans le biomore, pendant la période d'assi-
« milation, est suffisante pour provoquer la division. L'assi-
« milation produit le développement autogénétique des bio
« molécules; le dédoublement de celles-ci double le nombre
« des biomolécules du biomore; l'attraction réciproque bio-
« moléculaire qui régit le système des biomolécules provoque
« l'orientation de celles-ci, selon l'arrangement qu'elles
« avaient à leur origine, et, comme le système biomoléculaire
« est maintenant double, il y aura simultanément deux
« orientations. Celles-ci achevées, il y aura naturellement
« deux sistèmes biomoléculaires, l'un indépendant de l'autre,
« c'est-à-dire qu' il y aura deux biomores. Le premier bio-
« more se sera donc divisé en deux autres. » (p. 123-125).

Spiegata così in modo semplice e piano la scissione dei biomori, Giglio-Tos passa a dimostrare come possa avvenire la divisione di una biomonade, basandosi sempre sullo stesso principio di una reciproca attrazione e quindi di un assetto dei biomori in ragione della loro costituzione chimica.

« Supposons donc qu'une biomonade, telle qu'elle est
« représentée par la fig. 1, soit constituée de plusieurs bio-

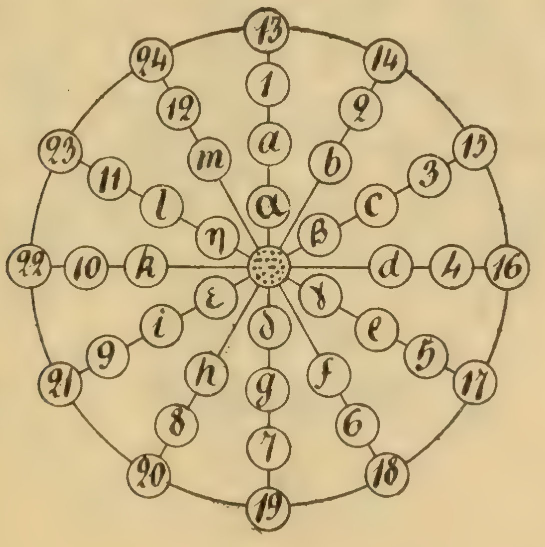


Fig. 1.

« mores. La nature chimique de ceux-ci, à l'instant même
« où cette biomonade a pris origine par division d'une autre

« biomonade, c'est-à-dire avant que toute assimilation soit « commencée, est indiquée par des lettres, par des ciffres « et par un pointillé. Supposons encore que ces biomores, « tant qu'ils ne changent pas de constitution chimique, « aient une disposition rayonnante dans la biomonade, dont « le biomore pointillé occupe le centre [1].

« Aussitôt que cette biomonade aura pris origine par « division d'une biomonade précédente, les conditions étant « favorables, l'assimilation commencera, et les biomores, su« bissant par là des changements dans leur nature chimique, « se déplaceront et se disposeront entre eux selon la direc« tion et l'intensité de leur nouvelle attraction réciproque. « La structure rayonnante de la biomonade aura donc com« plètement disparu, et les biomores, sans cesse en mouve« ment dans le liquide interbiomorique, se grouperont de

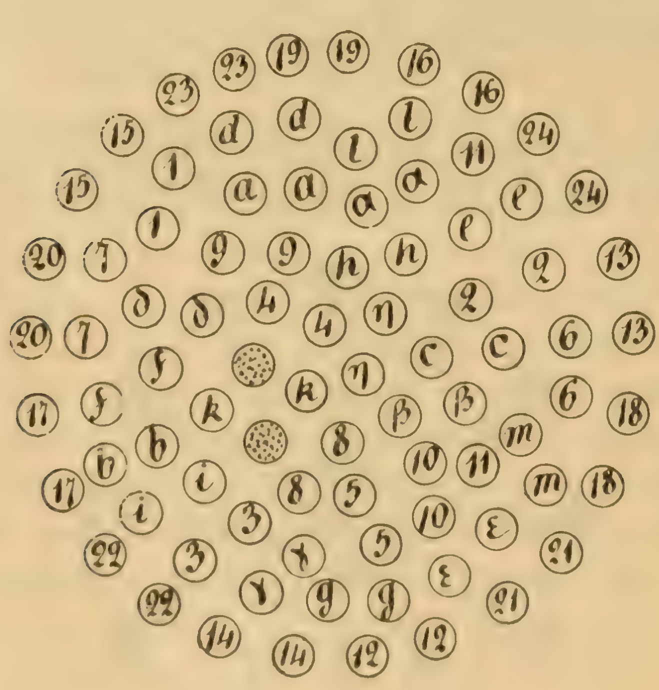


Fig. 2.

---

(1) Je fais remarquer que le lignes noires n'ont d'autre but que de rendre plus visible la structure rayonnante, et de faire mieux distinguer, dans les figures suivantes, les biomores orientés de ceux qui ne le sont pas encore.

« telle sorte qu'ils donneront à la biomonade des structures « successivement différentes.

« Quand les biomolécules auront achevé leur développement, que je suppose autogénétique, elles se diviseront « en deux biomolécules égales à la première. Le dédoublement des biomolécules sera aussitôt suivi de leur orientation, qui produira la division autogénétique des biomores.

« Ceux-ci étant divisés, la biomonade aura acquis un « volume double du premier, et le nombre des biomores « constituants sera aussi doublé.

« La fig. 2 représente la biomonade de la fig. 1 après « la période du développement biomoléculaire, c'est-à-dire à « l'instant même où les biomores se sont divisés. On voit « que leur arrangement est très différent de ce qu' il était « à l'origine.

« En ce moment la biomonade est double. En effet, elle « n'est plus formée d'un seul, mais de deux systèmes symbiotiques de biomores.

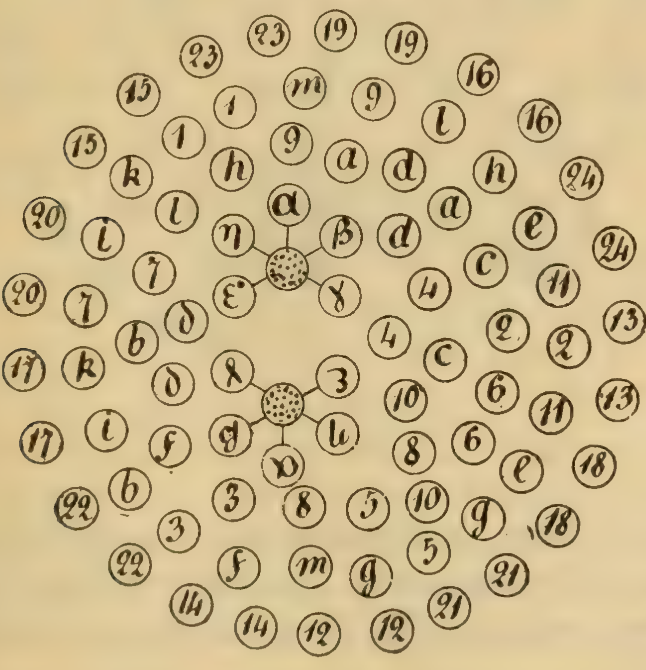

23
19
19
23
16
15
m
1
9
l
16
15
1
9
k
h
a
d
h
24
20
l
α
a
i
η
β
d
e
24
7
c
20
7
ε
γ
4
11
δ
b
2
2
13
4
c
17
k
δ
λ
3
10
6
13
11
17
i
f
g
ν
6
8
18
22
b
3
8
5
10
g
18
3
5
21
22
f
m
g
21
14
14
12
12
21

Fig. 3.

« Or, comme la disposition rayonnante des biomores, « dans la biomonade de la fig. 1, est produite par leur

« nature chimique, telle qu' elle est indiquée par les lettres « et les ciffres, les biomores de la bionomade de la fig. 2, « qui ont la même constitution chimique que les biomores « de la fig. 1, se groupperont entr'eux de la même manière « qu' ils sont groupés dans celle-ci.

« Alors l'orientation des biomores commencera, ainsi que « nous le voyons dans la fig. 3.

« Il est très évident que cette orientation ne pourra « pas se faire tout d'un coup. L'orientation de quelques « biomores amènera l'orientation des autres, et le phénomène « s'étendra peu à peu jusqu'aux biomores les plus extérieurs, « ainsi qu' on le voit dans les fig. 4 e 5.

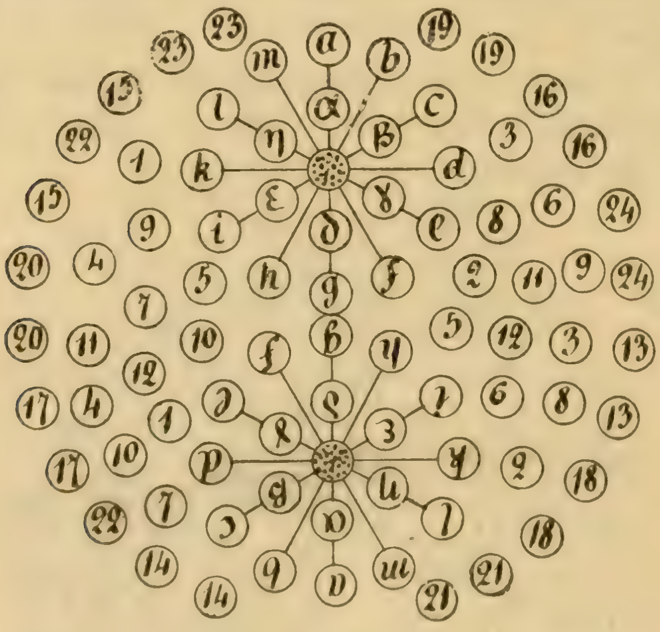

23
23
m
a
b
19
19
15
l
α
c
16
22
1
η
β
3
16
k
d
15
9
i
ε
γ
e
8
6
24
20
4
5
h
δ
f
2
11
9
24
7
g
20
11
10
f
b
y
5
12
3
13
12
17
4
1
∂
ϱ
3
6
8
13
17
10
p
y
2
18
22
7
g
u
l
18
ω
14
14
q
v
w
21
21

Fig. 4.

« Enfin lorsque l'orientation sera complètement achevée, « la division sera accomplie et l'on obtiendra deux biomonades « parfaitement separées, (fig. 6) et identiques à la biomonade « de la fig. 1.

« Les fig. 7-12 nous démontrent que la structure de la « biomonade n'a pas d'importance dans la division et que

« celle-ci a également lieu, quelle que soit la disposition « des biomores.

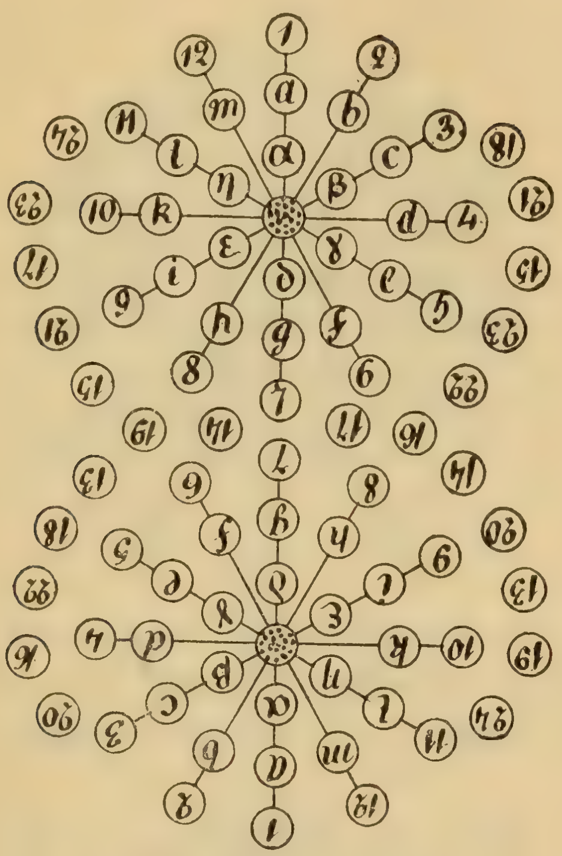


Fig. 5.

« Nous pouvons supposer, par exemple, que certains « biomores soient arrangés de manière à former une zone « équatoriale dans la biomonade, ainsi qu'on le voit représenté en coupe optique dans la fig. 7.

« Le développement biomoléculaire étant autogénétique, « le dédoublement des biomolecules, aprés la période d'assimilation, produira la scission des biomores. La biomonade « sera donc double, c'est-à-dire constituée de deux systèmes « symbiotiques de biomores. En ce moment la structure primitive aura disparu, car les biomores seront disposés « d'une manière toute différente, à cause des déplacements « subis pendant la période de l'assimilation. C'est ce qu'on « voit dans la fig. 8.

« L'orientation commencant, les biomores de la zone « équatoriale prendront leur position réciproque en formant « une zone d'une largeur double de celle qu'on observe « dans la biomonade de la fig. 7. Cela est représenté par « la fig. 9.

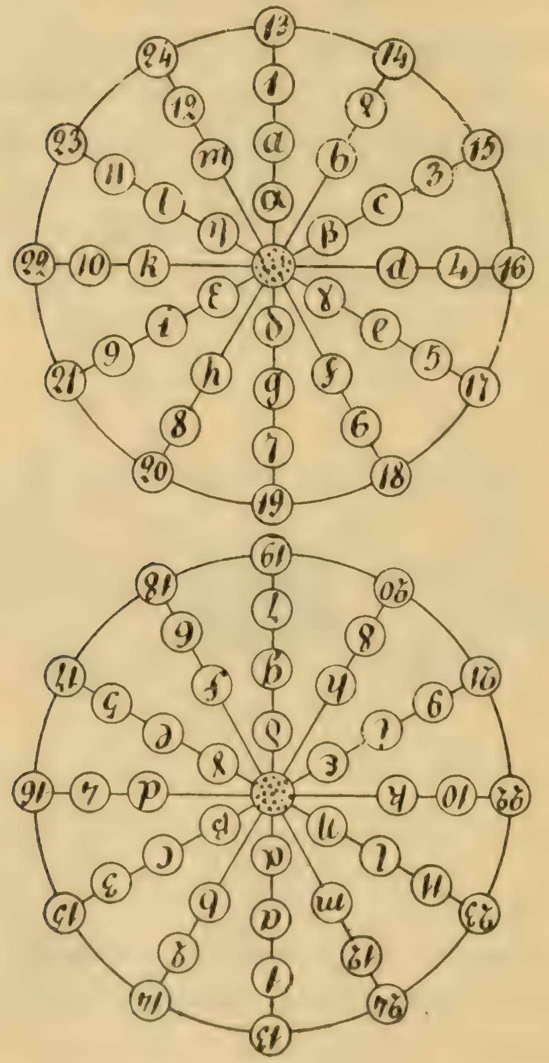

13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
l
m
α
β
γ
δ
ε
η

Fig. 6.

« L'orientation s'étendant, l'interposition de certains « biomores provoquera naturellement l'éloignement de ceux « qui constituent la zone équatoriale, ainsi que l'on observe

« dans la fig. 10. Nous verrons donc la zone équatoriale « se diviser en deux parties égales s'éloignant l'une de l'autre.

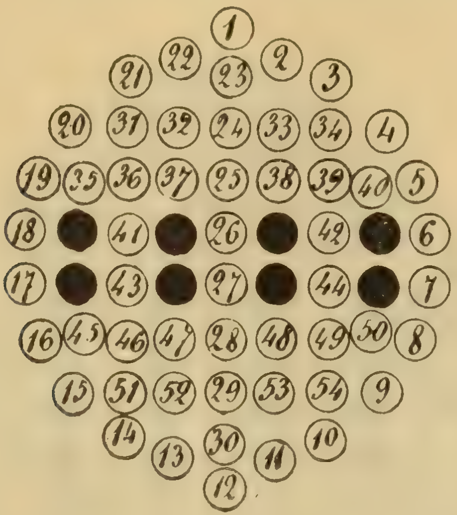

1
21 22 23 2 3
20 31 32 24 33 34 4
19 35 36 37 25 38 39 40 5
18 41 26 42 6
17 43 27 44 7
16 45 46 47 28 48 49 50 8
15 51 52 29 53 54 9
14 30 10
13 11
12

Fig. 7.

« Avec l'orientation des autres biomores l'éloignement « des deux parties de la zone équatoriale continuera et la « division se rapprochera toujours de son achèvement (fig. 11).

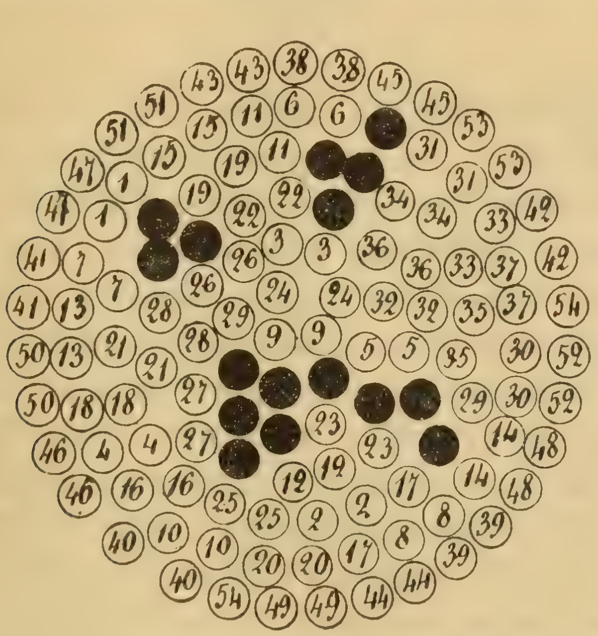

43 43 38 38 45
51 11 6 6 45
51 15 53
47 15 19 11 31 53
1 19 22 34 31
41 1 22 34 33 42
41 7 26 3 3 36 36 33 37 42
41 13 7 26 28 29 24 24 32 32 35 37 54
50 13 21 21 28 9 9 5 5 35 30 52
50 18 18 27 23 29 30 52
46 4 4 27 23 14 48
46 16 16 25 12 19 17 14 48
40 10 25 2 2 8 39
10 20 20 17 8 39
40 54 49 49 44 44

Fig. 8.

« Enfin, l'orientation de tous les biomores étant achevée, « la division sera accomplie et l'on obtiendra deux biomonades

« égales à celle de la fig. 7 et parfaitement separées l'une « de l'autre. C'est ce que montre la fig. 12. » (pp. 131-138).

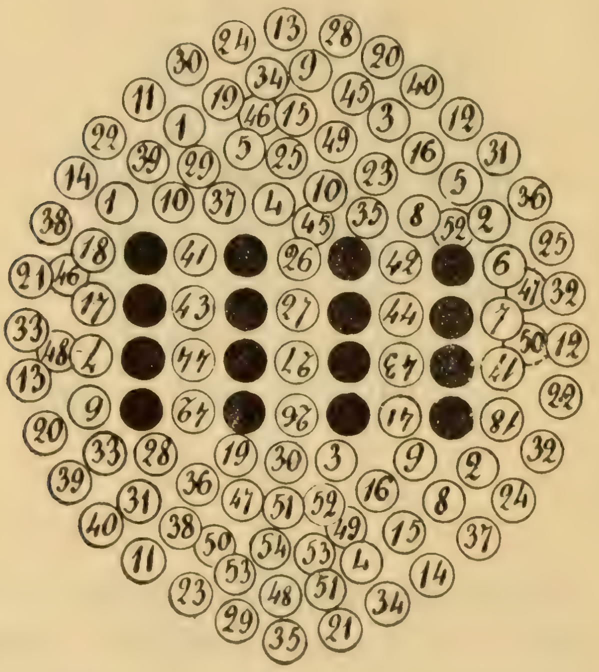


Fig. 9.

Nel rappresentare la divisione di due biomonadi di struttura differente, come le precedenti figure ci dimostrano, Giglio-Tos ebbe per iscopo principale di far rilevare fin d'allora, come il fenomeno della divisione sia una cosa indipendente dalle figure che l'accompagnano: come queste cioè sieno conseguenza diretta della disposizione che i biomori hanno nella biomonade, e quindi variano col variare di questa, mentre il principio meccanico della divisione è e rimane in ogni caso sempre il medesimo. Onde coloro che credono di trovare una spiegazione della divisione cellulare nel riprodurre artificialmente le figure cariocinetiche, oppure nel ricercarne la causa intima, sono fuori di strada, essendo questo problema assolutamente differente da quello della divisione. La disposizione che hanno i biomori nella cellula è dipendente, come abbiamo detto, da una reciproca affinità chimica, in relazione con la loro temporanea costituzione e il ricercarne la causa è problema arduo che esorbita, del resto, dal campo del Biologo e rientra nella categoria dei fenomeni generali di aggregazione della materia. La divisione invece è un fenomeno essenzialmente biologico, che trova la sua causa prima nell'assimilazione e nel conseguente raddoppiarsi delle particelle costituenti il sistema simbiotico, ossia la biomonade, qualunque sia la loro disposizione. Il primo è un fenomeno statico, quest'ultimo, invece, è dinamico.

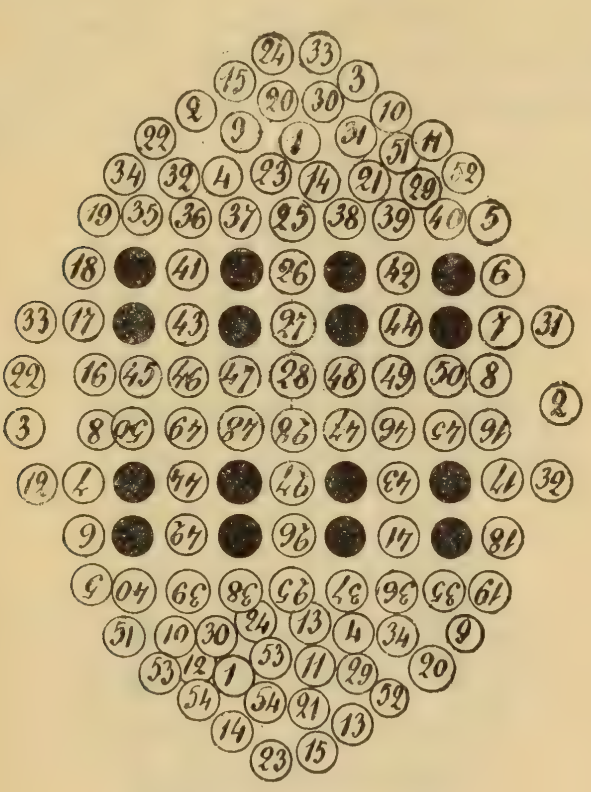


Fig. 10.

Di questa importante ed essenziale distinzione non tengono il dovuto conto i Biologi, onde i loro tentativi, più che a spiegare il fenomeno meccanico della divisione, mirano quasi tutti a dare una ragione delle caratteristiche figure cariocinetiche.

Applicando lo stesso principio dell'orientamento dei biomori nello spiegare la citodieresi, Giglio-Tos trova la ragione del comparire di tali figure nella disposizione che i biomori assumono reciprocamente, senza che sia necessario ammettere nessuna forza speciale che emani dai centrosomi e senza ammettere nessuna contrattilità nei filamenti del fuso.

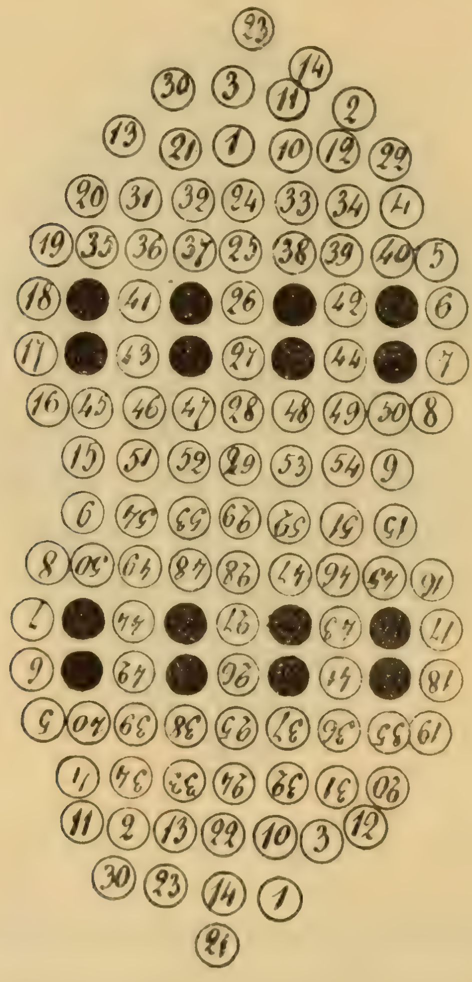


Fig. 11.

« Soit une cellule dont l'arrangement des divers bio-
« mores, à l'instant même de sa naissance, c'est-à-dire au
« moment où elle prend origine de la cytodiérèse d'une cellule
« précédente, est représenté par la fig. 13. Les biomores
« indiqués par des chiffres sont ceux du karioplasma; les
« autres, marqués par des lettres, sont les biomores du
« cytoplasma. Parmi ceux-ci, le biomore noir, plus petit que
« les autres, peut être considéré comme le corpuscule
« central, d'une nature chimique spéciale. Les biomores
« $\alpha, \beta \ldots \eta_1$, *a*, *b* . . . . . *r*, *s*, dont les lettres différentes indiquent

« leur nature chimique, forment, par leur ensemble, la « centrosphère. Les biomores $\alpha, \beta \ldots\ldots \eta$ sont la zone médullaire de celle-ci, tandis que les biomores *a, b* ..... *r, s* « en constituent la zone corticale (Archoplasma de Boveri). « Le autres biomores du cytoplasma $a_1 \ldots h_1$, $\alpha_1 \ldots \eta_1$, « $a' \ldots h'$, $k_1 \ldots s_1$, $k' \ldots p'$ forment, par leur ensemble et par « leur arrangement, des filaments rayonnants du cytoplasma.

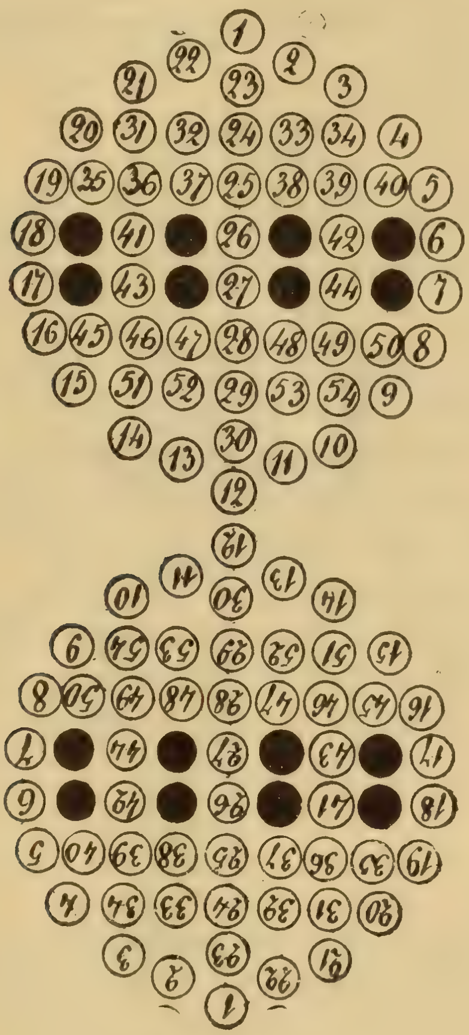

1
22 2
21 23 3
20 31 32 24 33 34 4
19 35 36 37 25 38 39 40 5
18 41 26 42 6
17 43 27 44 7
16 45 46 47 28 48 49 50 8
15 51 52 29 53 54 9
14 13 30 11 10
12

Fig. 12.

« Parmi les biomores du karyoplasma, les biomores « noirs, dont la constitution chimique peut être différente, « représentent les chromosomes, tandis que les autres biomores, dont la nature est marquée par des chiffres, indiquent les autres particules du noyau.

« En dessinant cette figure, je m'en suis tenu, autant
« que possible, à la structure que la plupart des cellules
« nous présentent lorsque leur division est achevée, et je
« l'ai réduite, bien entendu, à la plus grande simplicité, tout
« en conservant la disposition typique des divers biomores.
« C'est ainsi que les biomores noirs du noyau représentent,
« en coupe optique, les cromosomes disposés en une zone
« équatoriale; la centrosphère et les filaments cytoplasmatiques
« sont aussi dessinés en coupe optique.

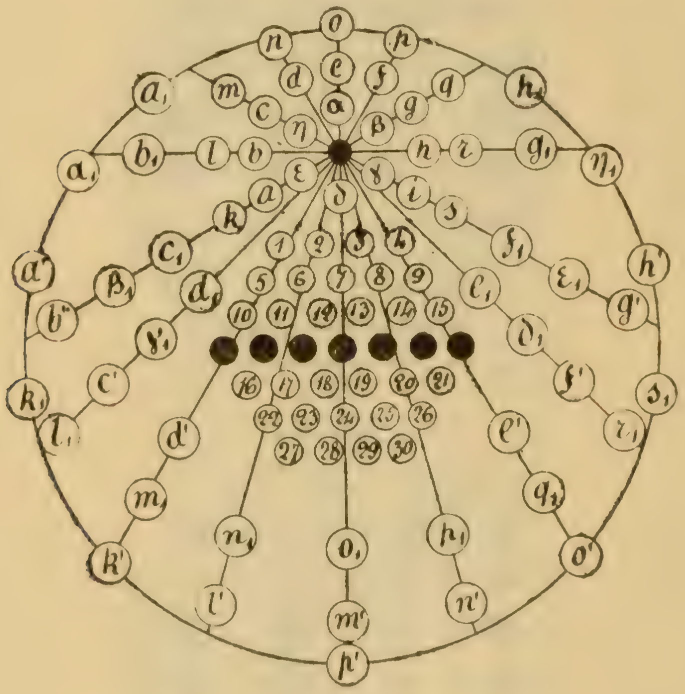

o
n
p
a,
m
d
e
f
q
h,
c
α
g
η
β
a,
b,
l
b
h
r
g,
η,
ε
γ
a
i
δ
s
k
c,
1
2
3
4
f,
a'
β,
d,
5
6
7
8
9
e,
ε,
h'
b''
10
11
12
13
14
15
δ,
g'
γ,
c'
16
17
18
19
20
21
f'
s,
k,
l,
22
23
24
25
26
d'
e'
r,
27
28
29
30
m,
q,
n,
o,
p,
k'
o'
l'
m'
n'
p'

Fig. 13.

« J'ai dit que la fig. 13 représente une cellule à l'instant
« même de sa naissance. Il est absolument nécessaire
« de considérer la cellule à cette période de son existence,
« si nous voulons voir sa véritable structure primitive. Passé
« cet instant, l'assimilation commence, et tout l'arrangement
« biomorique change, à cause des nouvelles attractions issues
« de leur nouvelles constitution chimique.

« Cependant la fig. 13 ne correspond pas parfaitement
« à la réalité des faits tels que nous pouvons les observer
« d'après nature. En voici la raison.

« Cette figure représente la structure d'une cellule à « l'instant même où la division du noyau vient de s'achever. « Or, comme la division du noyau, qui est à l'intérieur de la « cellule, doit s'achever naturellement avant l'achèvement « de la division de la cellule ; comme, d'autre part, entre « l'achèvement de la division du noyau et celui de la cel- « lule, il s'écoule un certain laps de temps, pendant lequel « les biomores du noyau peuvent commencer leur assimila- « tion et, par suite, se déplacer et s'arranger autrement, il « s'ensuit naturellement qu' il n'est jamais possible de voir « simultanément, dans la même cellule, une disposition des « biomores telle que je viens de la représenter par la « fig. 13. Cette figure est par conséquent quelque peu hypo- « thétique ; elle nous fait voir la disposition des biomores « du noyau, aussitôt que la division de celui-ci vient de « s'achever, et en même temps l'arrangement des biomores du « cytoplasma à l'instant même, où la division de la cellule « s'achève. Les arrangements biomoriques, tels qu'on les « voit dans la fig. 13, sont bien réels, mais ils ne sont pas « simultanés ; cette figure est donc quelque peu hypothétique, « en tant seulement qu'elle représente simultanément, dans « une cellule, deux phénomènes, qui, dans les cellules réelles, « nous apparaissent en des temps différents.

« Néammoins cette figure est absolument indispensable « pour comprendre la cytodiérèse. Nous verrons bientôt de « autres figures correspondant mieux à la réalité, lorsque « nous examinerons les phases diverses de la cytodiérèse.

« La cellule de la fig. 13 se trouve donc au commen- « cement de sa vie individuelle. L'assimilation s'accomplissant, « les biomores subissent alors une modification dans leur « nature chimique, et, par là même, dans leur arrangement. « La centrosphère disparaît, les filaments cytoplasmiques « perdent leur disposition rayonnante, les chromosomes se « disposent autrement et ne forment plus une zone équato- « riale. En somme, les arrangements caractéristiques de la « cytodiérèse disparaissent, et, d'autres arrangements inter- « venant, à cause de l'assimilation, on a, dans la cellule, « de nouvelles formations morphologiques.

« Nous pouvons donc en conclure, que la centrosphère « et ses parties, l'aster et toutes les figures de la cytodiérèse « ne sont que des formations morphologiquement éphémères, « mais matériellement persistantes: c'est-à-dire qu'elles disparaissent nécessairement, à cause de l'assimilation, en tant « que formations dues à l'orientation des biomores; mais « les parties matérielles (les biomores) qui constituent ces « formations morphologiques persistent toujours comme « telles, quoiqu'elles perdent leur premier arrangement.

« Je constate avec une extrême satisfaction que les « conclusions auxquelles je suis arrivé théoriquement, en « m'appuyant sur les principes qui sont la base de mon « interprétation, trouvent déjà, avant même d'avoir été « publiées, une confirmation dans les résultats de l'observation « directe des phénomènes réels. Ainsi, par exemple, le « Dott. Eisen, dans une note très récente, que je viens de « recevoir pendant que ce travail est sous presse, arrive à « ces conclusions: « que la plasmosphère, l'hyalosphère, la « granosphère, les diverses sortes de fibres, ainsi que le « fuseau central, ne sont que des structures éphémères qui « proviennent de l'arrangement de granules préexistants et « qui disparaissent aussitôt que ceux-ci ont accompli leur « fonction » (1).

« Il arrive à des conclusions analogues pour les parties du noyau: « les chromomères, les chromosomes sont « aussi des structures éphémères et secondaires, qui se « forment et puis disparaissent: les chromioles seuls » (qui « correspondent à peu près aux biomores des chromosomes) « sont des individualités permanentes de la structure des « chromosomes ».

« Ainsi qu'on peut le voir par ces citations, les conclusions d'Eisen sont identiques à celles sur lesquelles « j'appuie une des lois rationelles de la cytodiérèse, que « j'appellerai, loi de l'instabilité morphologique et de la per-

---

(1) Eisen G. — *A preliminary account of the spermatogenesis of* Batrachoseps. *Polymorphous Spermatogonia, Auxocytes and Spermatocytes.* — Biological Bulletin. Vol I, n. 2. Boston, 1900, p. 112.

« sistance matérielle de la centrosphère, de l'aster et du « fuseau (1). Cependant il faut remarquer que les phénomènes « qu'Eisen vient de constater au moyen de l'observation « directe reçoivent, par mon interprétation de la cytodiérèse, « non seulement une confirmation mais une explication, et « une explication à la fois très rationnelle et scientifique.

« De l'achèvement de la division de la cellule au « commencement d'une autre division, il s'écoule une periode « plus ou moins longue. Pendant cette période, s'accomplit le « travail chimique de l'assimilation; les biomolécules et les « biomores se transforment sans cesse, et, par là même, mo- « difient continuellement leur arrangement. C'est donc à « tort, selon moi, qu'on appelle généralement cette période « de la vie de la cellule, « la période de repos ». La cellule « ne se repose pas, tant que l'assimilation se fait. Elle est, « au contraire, le siège d'un travail continu chimique et « mécaniqne: chimique, en tant que s'accomplissent les « réactions assimilatrices; mécanique, en tant que les biomores « sont toujours en mouvement pour prendre successivement « des nouvelles positions. C'est pourquoi je préfère appeler « cette période: « *la période assimilatrice* ».

« Dès le commencement de la période assimilatrice, « les biomores, à la suite des changements chimiques qu'ils « subissent, se déplacent sans cesse et prennent réciproque- « ment des arrangements différents. Ils peuvent se grouper « de manière à donner lieu à des formations morphologiques « plus ou moins passagères. C'est ainsi, par exemple, que, « par leur agrégation, certains d'entre eux forment le noyau, « tandis que d'autre constituent le noyau accessoire ou « « *Nebenkern* ». Dans ces formantions principales, quelques « biomores peuvent encore former, à leur tour, des groupes « secondaires, tels que les granulations de chromatine, les

---

(1) Dans la publication des sommaires des chapitres de mon travail (Bollettino dei Musei di Zoologia ed Anatomia comparate della Regia Università di Torino. Vol. XIV, n. 366, 26 décembre 1899), cette loi rationnelle est exposée à la pag. 6, chapitre VI, n. 5° sous le titre : *La temporaneità morfologica e la persistenza materiale della centrosfera, dell'arcoplasma e dei raggi*. J'y suis donc arrivé avant d'avoir eu connaissance des conclusions d' Eisen et indépendamment de celles-ci.

« membranes, les filaments ou les granules du noyau accessoire etc. Mais ce sont toujours là des parties qui n'ont morphologiquement qu'une existence éphémère, tandis que la matière qui les constitue, c'est-à-dire les biomores, a seule une existence vraiment persistante.

« En effet, dans le noyau aussi bien que dans le cytoplasma, les biomores, en subisssant des transformations chimiques par l'assimilation, doivent forcément se déplacer sans cesse, ainsi que nous le savons. La cellule n'est donc jamais égale à elle-même pendant toute la période assimilatrice. Tout en conservant sa constitution générale et la forme typique de ses parties, elle subit néammoins des transformations qui, dans leur ensemble, peuvent être comparées à une véritable métamorphose.

« Cela nous explique pourquoi des cellules d'un même tissu, de la même fonction, des cellules que nous pouvons avec raison considérer comme parfaitement égales entre elles par leur nature, ne sont pas toujours identiques par la disposition et l'aspect de leurs parties constituantes. Cette identité de disposition et d'aspect, on ne pourrait la constater que si l'on examinait des cellules au même moment précis de leur période assimilatrice.

« Malheureusement ces metamorphoses, à l'existence desquelles j'arrive théoriquement par mon interprétation, n'ont pas encore été étudiées suffisamment par les cytologistes. Cependant le Dott. F. Meves a publié un travail de ce genre sur les spermatogonies de la salamandre (1). Il a vu en effet que la sphère attractive subit, en dehors de toute cytodiérèse, de profondes transformations morphologiques et chimiques. Ces tranformations sont accompagnée de changements dans la forme et la structure du noyau, ainsi que dans la costitution de la substance cellulaire.

« Par la série ininterrompue de ces métamorphose, la cellule traverse donc toute la période assimilatrice

---

(1) Meves Fr. — *Ueber eine Metamorphose der Attractionsphäre in den Spermatogonien von Salamandra maculosa.* Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. XLIV, pp. 119-184, 1894.

« et arrive, à son tour, à la cytodiérèse. Les biomolé-
« cules qui ont accompli un développement, que je suppose
« d'abord autogénétique, se divisent en deux biomolécules,
« de structure identique à la première: l'orientation de
« celles-ci produit la division autogénétique des biomores et
« la cellule a doublé son volume et le nombre de ses bio-
« mores, ainsi qu'on le voit dans la fig. 14.

« Alors, toutes les conditions étant favorables, l'orien-
« tation des biomores commence.

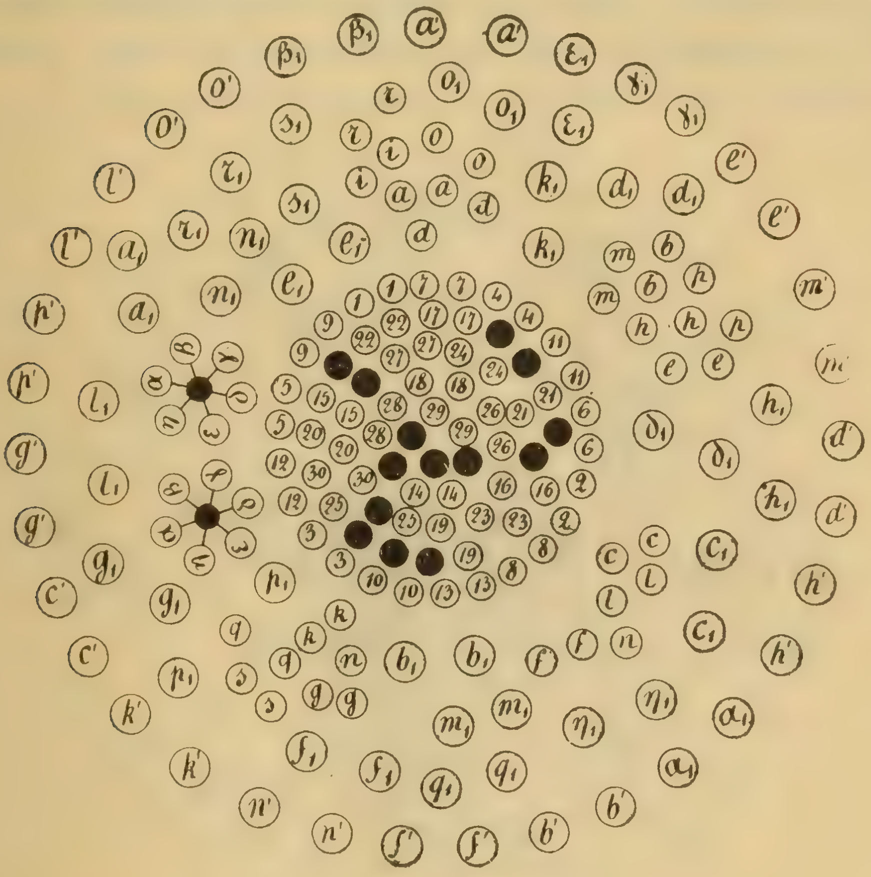


Fig. 14.

« Il faut remarquer que ce commencement pourra se
« faire simultanément, ou non, dans le citoplasma et dans
« le noyau, selon que la scission des biomores du cytoplasma
« et du noyau est simultanée ou non. Cela d'ailleurs n'a
« pas d'importance et ne change pas les phénomènes.

« Évidemment, l'orientation des biomores de la zone

« corticale de la centrosphère se faisant autour du corpuscule central, nous verrons apparaître la première ébauche de la centrosphère. En conséquence, nous pouvons conclure que l'apparition de la centrosphère est l'indice du commencement de l'orientation des biomores cytoplasmiques et, par là même, de la division du cytoplasma.

« En attendant, remarquons que l'orientation de ces biomores a forcé les deux corpuscules centraux, naguère contigus, à s'éloigner l'un de l'autre.

« L'orientation des biomores se continuant peu à peu, la centrosphère vient à se former complètement, par suite de l arrangement des biomores de la zone corticale, c'est-à-dire des biomores de l'archoplasma (fig. 15).

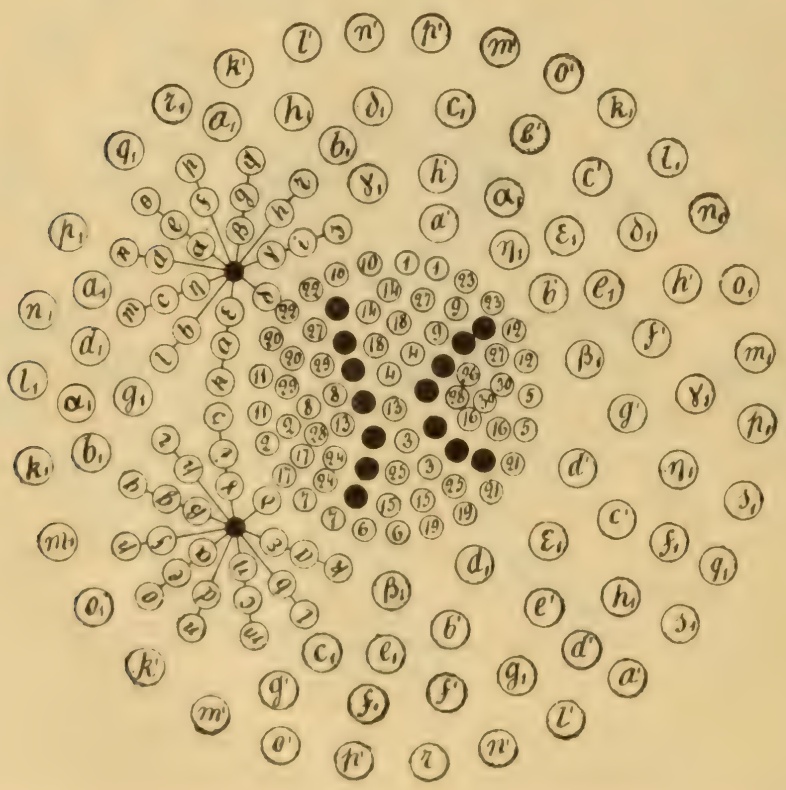


Fig. 15.

« En même temps, dans le noyau, l'orientation commence aussi par les biomores chromatiques, qui se disposent en file, selon leur arrangement typique, ainsi que nous l'avons indiqué dans la fig. 13 Nous verrons donc

« apparaître dans le noyau la formation du spirème, qui « deviendra l'indice du commencement de l'orientation des « biomores karyoplasmiques, c'est-à-dire de la division du « noyau.

« Dans la phase de la fig. 15, nous voyons que l'orien- « tation de tous les biomores de la centrosphère a produit « la division complète de celle-ci. Constatons donc, dès à « présent, que la division de toute partie de la cellule n'est « que la conséquence de l'orientation complète de tous les « biomores qui constituent cette partie. Nous verrons sous « peu que la division du noyau n'est que l'orientation com- « plète de tous les biomores de celui-ci. Nous pouvons donc, « dès maintenant, en conclure, que la division de la cellule « toute entière n'est que l'orientation complète de tous ses « biomores et que la cytodiérèse ne consiste que dans une « série de divisions successives de toutes les parties de la « cellule.

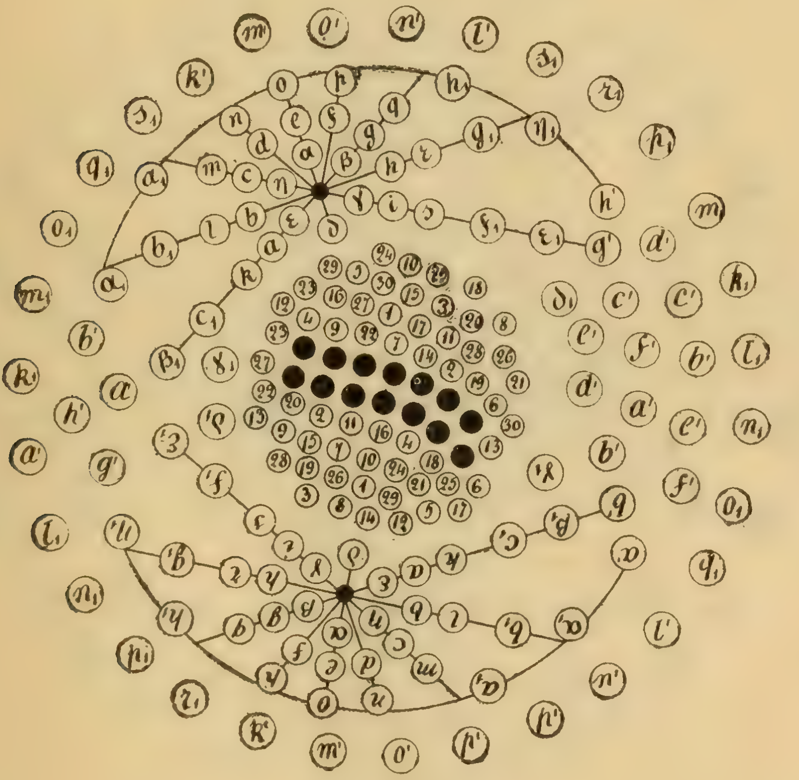


Fig. 16.

« Remarquons aussi que, par suite de l'orientation des « biomores de la centrosphère, les deux corpuscules centraux « vont s'éloignant toujours de plus en plus, en décrivant « un arc de cercle. Cet éloignement est dû évidemment à « l'accroissement des filaments rayonnants. En même temps « nous voyons, dans la convergence des rayons entre les « deux corpuscules centraux, la première ébauche du fuseau.

« Dans la fig. 16, l'orientation biomorique est plus « avancée. Les rayons de l'aster ont subi un accroissement, « par suite de l'orientation d'autres biomores, et les corpuscules centraux se sont éloignés plus encore.

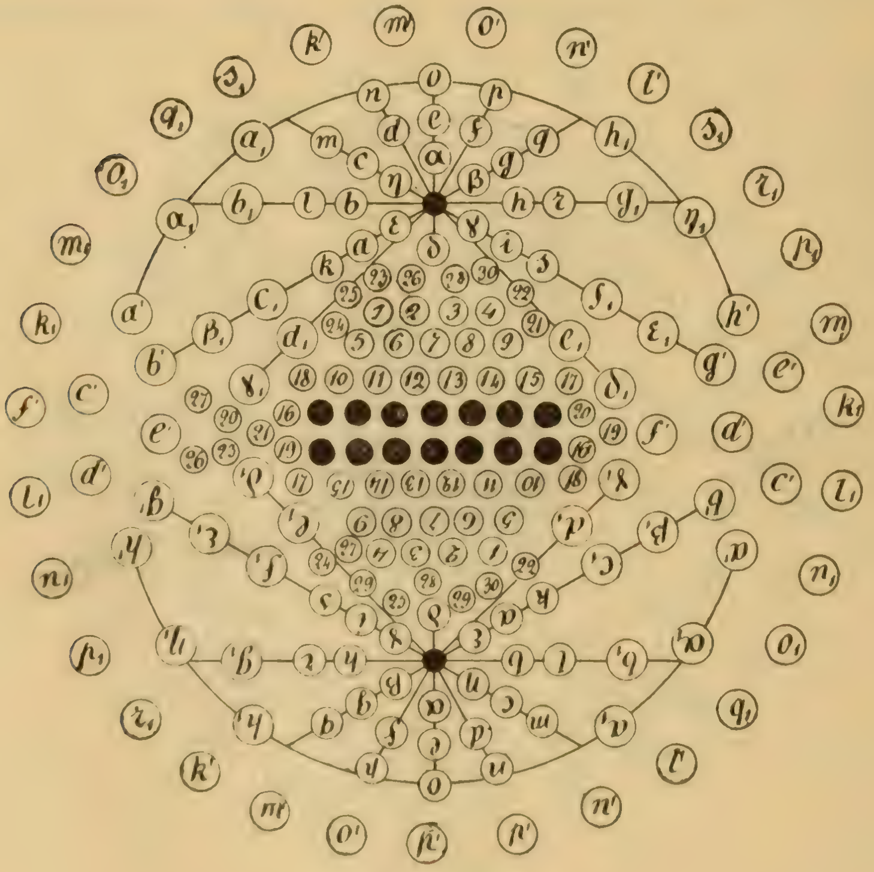


Fig. 17.

« Dans la fig. 17, les corpuscules centraux ont pris « une position diamétralement opposée en conséquence de « l'accroissement des filaments de l'aster. Chacun d'eux a « donc parcouru un arc de cercle de 90° dans le cellule.

« Arrivés en cette position, l'accroissement des rayons se « faisant égalment de tous les côtés, les corpuscules centraux « ne peuvent plus évidemment se déplacer.

« En même temps, les biomores du noyau, qui se sont « partiellement orientés respectivement à eux-mêmes et aux « biomores cytoplasmiques, peuvent concourir à former le « fuseau central, et, par leur orientation, ils forcent les « biomores chromatiques à se disposer en une zone équatoriale autour du noyau. C'est la formation de la plaque « équatoriale. Les chromosomes ou les anses chromatiques « sont donc doubles dès la formation de celle-ci, quoique, « à cause de leur rapprochement, leur individualité ne soit « pas toujours visible.

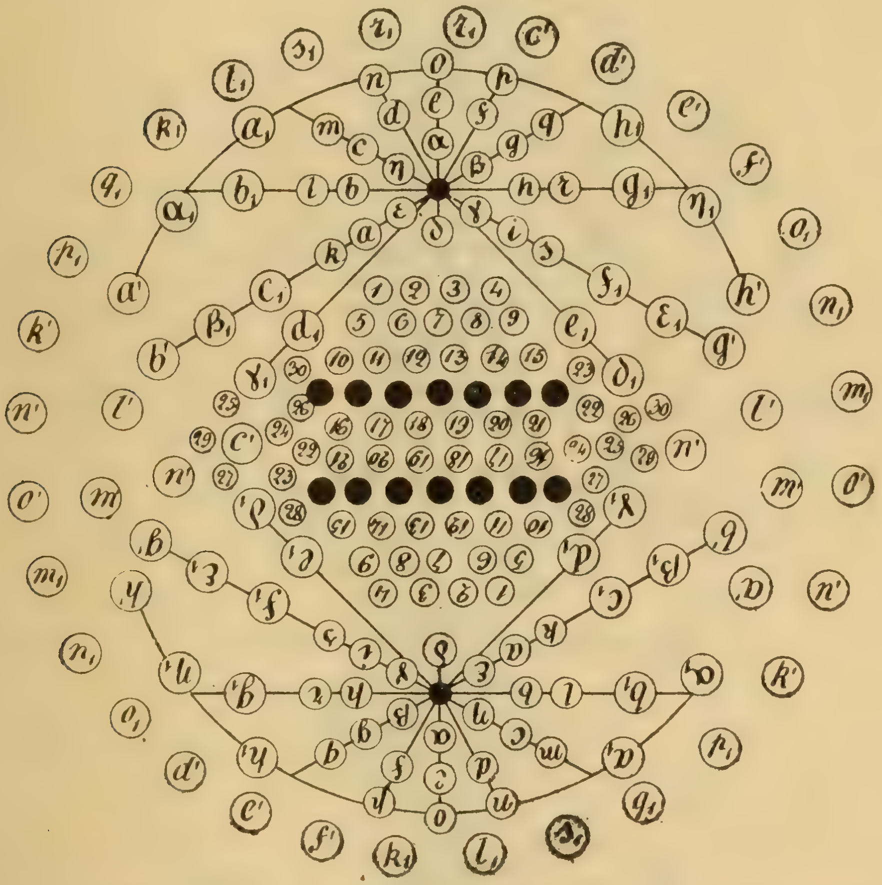


Fig. 18.

« Remarquons, dès à présent, que la position diamé-

« tralement opposée peut être prise par les deux corpuscules « centraux sans que la cellule s'allonge.

« Au stade de la fig. 18, l'orientation d'autres biomo« res du noyau, qui s'interposent peu à peu entre les bio« mores chromatiques, forcent ceux-ci à s'éloigner à leur tour. « Nous voyons alors s'ensuivre le premier éloignement des « chromosomes pour constituer les étoiles filles (1).

« Au stade de la fig. 19, l'orientation des biomores « du noyau est achevée. La division du noyau, ainsi que « naguère la division de la centrosphère, est complète.

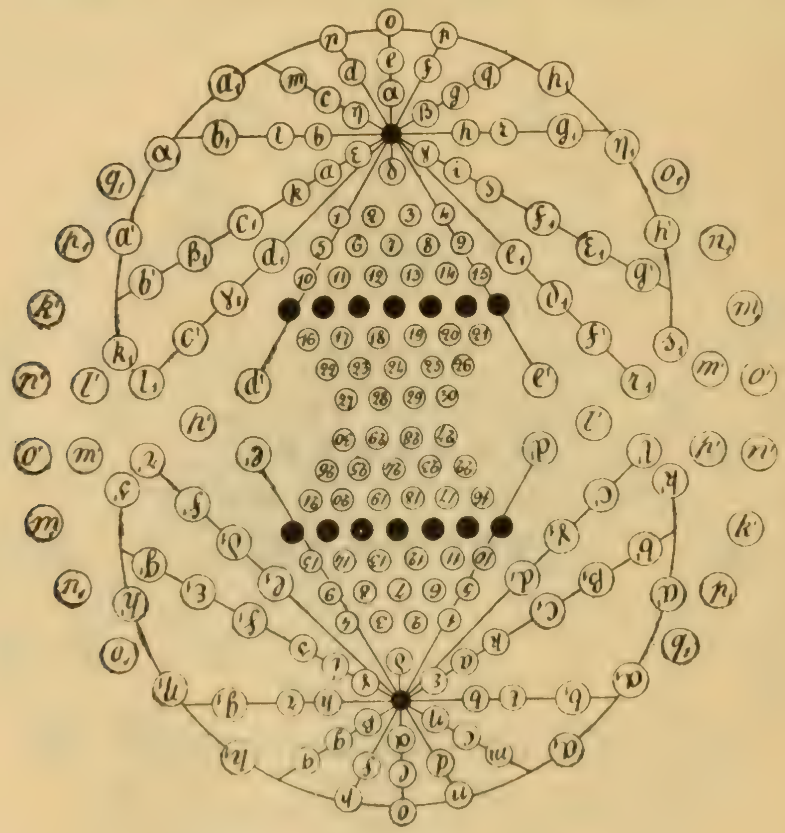


Fig. 19.

« Cependant les deux noyaux fils restent contigus l'un à « l'autre. Nous verrons tout à l'heure la cause de leur « éloignement ultérieur.

---

(1) Les fig. 14, 17, 18 n'ont pas été exécutées à la même échelle que les autres. La faute en est au graveur Elles paraissent donc plus grandes. Cependant le lecteur devra les supposer toutes de la même dimension, puisqu'il s'agit toujours de la même cellule.

« En attendant, il faut remarquer que l'éloignement
« des chromosomes n'est nullement dû à l'attraction des
« filaments du fuseau. Il est tout simplement la conséquence
« de l'orientation des autres biomores karyoplasmiques, qui,
« par leur interposition, forcent les biomores chromatiques
« à s'éloigner. Nous comprenons donc facilement que, dans
« certains cas, la division du noyau puisse se faire seule,
« sans être accompagnée de la division du cytoplasma.

« Remarquons encore que l'orientation d'autres biomo-
« res cytoplasmiques a produit un premier allongement de
« la cellule.

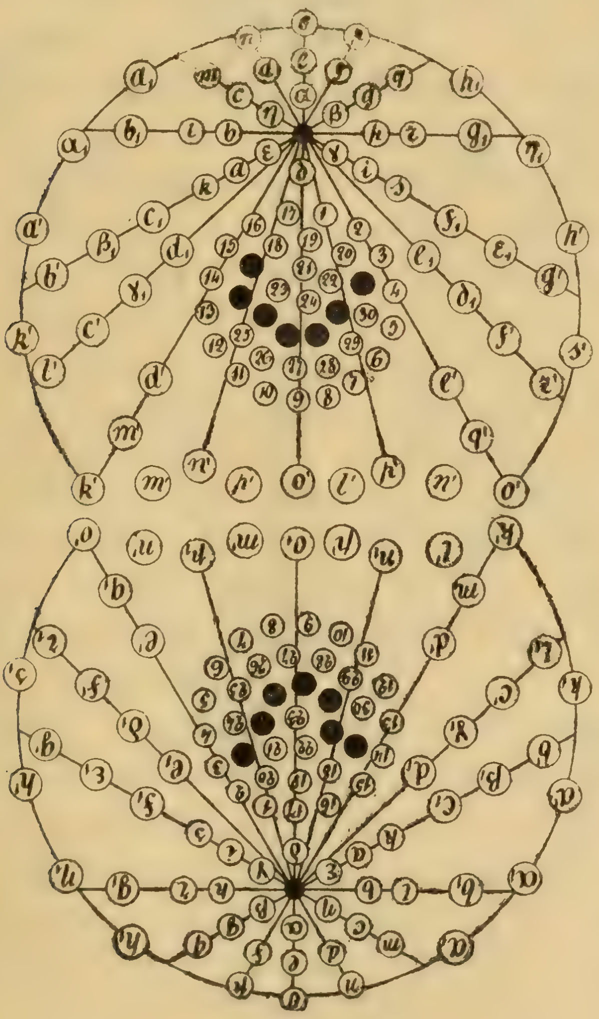


Fig 20.

« Nous arrivons ainsi au stade de la fig. 20.

« L'orientation d'autres biomores cytoplasmiques a

« provoqué nécessairement l'éloignement des deux noyaux
« fils. En même temps, les biomores karyoplasmiques ayant
« commencé leur assimilation, leur déplacement s'ensuit, et
« les biomores chromatiques, en perdant peu à peu leur
« disposition en file, subissent, eux aussi, des déplacements

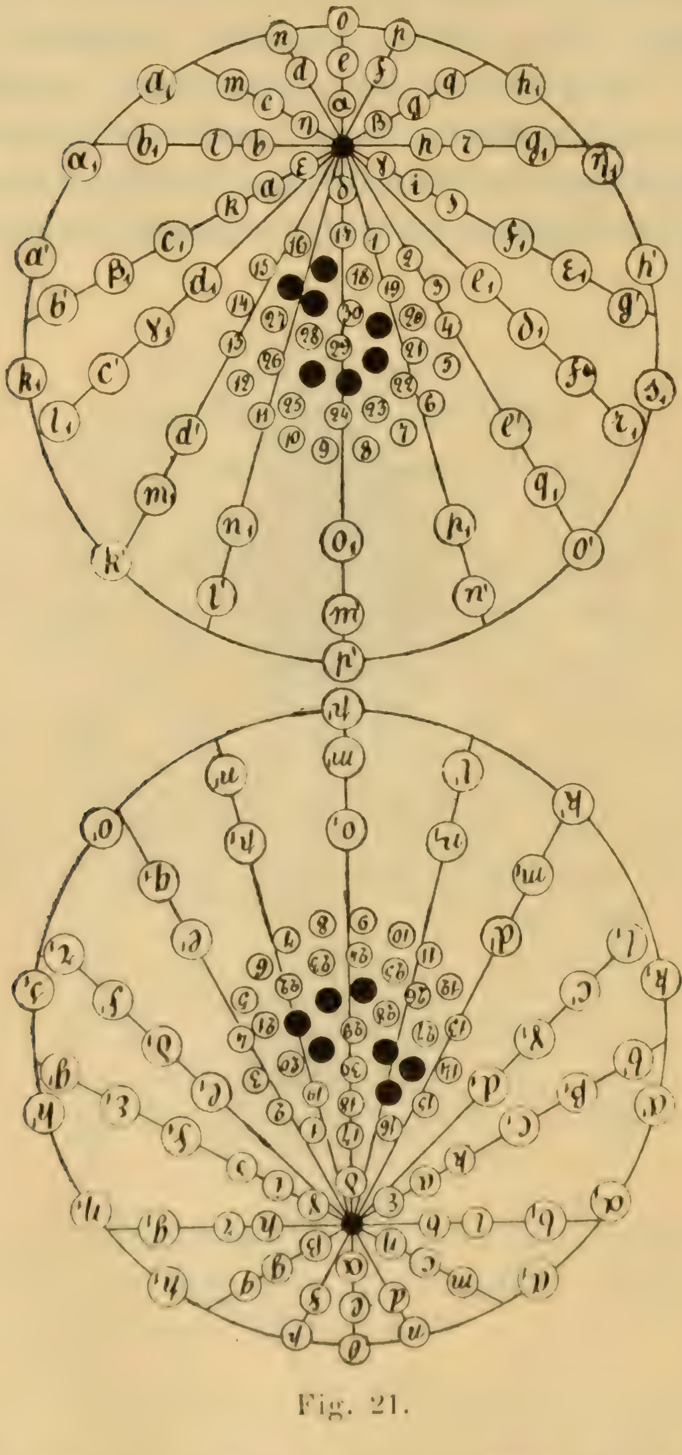

o
n
p
e
d
f
α
a₁
m
c
g
q
h₁
η
β
b₁
l
b
h
r
g₁
η₁
α₁
ε
γ
a
k
δ
i
s
f₁
a'
c₁
16
17
1
2
18
19
3
e₁
ε₁
h'
b'
β₁
d₁
15
14
27
20
28
4
δ₁
g'
γ₁
13
26
29
21
5
k₁
c'
12
22
6
f₂
δ₁
25
24
23
11
10
9
8
7
l₁
d'
e'
r₁
m₁
n₁
o₁
p₁
q₁
o'
k'
l'
m'
n'
p'

Fig. 21.

« qui rendent leurs files sinueuses. D'où la formation du « dispirème.

« Les biomores cytoplasmiques *l', m', n', p'* n'étant pas « encore orientés et s'alternant, dans leur position, avec les « autres biomores qui sont déjá orientés, ils forment avec « ceux-ci une sorte de plaque cellulaire.

« On remarquera que l'allongement de la cellule est « plus marqué, que son rétrécissement est plus visible et « qu'un étranglement commence dans une direction perpen- « diculaire à l'axe du fuseau, c'est-à-dire perpendiculaire à « la ligne droite qui unit les deux corpuscules centraux. La « direction de cet étranglement marque la direction du futur « plan de division.

« Enfin, l'orientation de tous les biomores de la cellule « étant achevée, ainsi qu'on le voit dans la fig 21, la divi- « sion de la cellule est complète, et on obtient deux cellules « filles, contigues l'une à l'autre et en contact réciproque « par un point qui doit correspondre au centre de la cellule « mère, si la division n'a pas subi de perturbations.

« Si l'on compare ces deux cellules avec celle de la « fig. 13, on pourra juger de leur parfaite identité dans « l'arrangement des biomores, à l'exception de ceux du « noyau. En effet, comme je l'ai déjà fait remarquer, dans « l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'achèvement de « la division du noyau et celui de la division de la cellule, « les biomores karyoplasmiques ont subi des déplacements « à cause de l'assimilation.

« La cellule est donc revenue à son point de départ, « après une série de transformations chimiques accompa- « gnées de déplacements successifs des biomores. Elle a « maintenant la même constitution chimique, le même nom- « bre de biomores, la même structure et le même volume « qu'au commencement de son existence, mais elle est » représentée par deux cellules, qui, à leur tour, pourront « suivre le même développement et, par division, en donner

« quatre, etc. La cellule a donc parcouru un cycle dont les divers arrangements marquent les phases [1].

« Dans les fig. 13-21, nous trouvons représentées toutes les phases caractéristiques de la cytodiérèse. Nous voyons, dans les fig. 14-16, la *prophase* avec l'apparition des centrosphères (fig. 14 et 15), la formation des asters (fig. 15) et du fuseau central (fig. 16), et celle du spirème dans le noyau.

« La *métaphase*, caractérisée par la position diamétralement opposée des deux corpuscules centraux, par le fuseau central, par les rayons des asters et par la plaque équatoriale, est représentée dans la fig 17.

« Enfin nous voyons, dans les fig. 18-21, les phénomènes caractéristiques de l'*anaphase*, c'est-à-dire l'éloignement des chromosomes, la formation des étoiles filles (fig. 18 et 19), la formation du dispirème (fig. 20) et l'achèvement de la division (fig. 21).

« Quelles sont donc l'origine et la cause de ces figures, qui se succèdent régulièrement pendant la cytodiérèse?

« Nous pouvons les connaître facilement. Elles résident dans le mode d'arrangement biomorique que nous avons supposé dans la cellule au debut de son existence individuelle, et dans le principe de l'orientation biomorique qui provoque la division. En effet, si nous avions supposé, dans la cellule, un arrangement biomorique autre que celui-ci, les figures de la cytodiérèse auraient été bien différentes, mais la division n'aura pas moins eu lieu par le même principe de l'orientation biomorique.

« Comme nous le voyons, le phénomène de la division

---

[1] On sait que Spencer a depuis longtemps attiré l'attention sur ce fait, que, lorsqu'une cellule s'accroît, sa surface croît comme le carré et son volume comme le cube de son rayon. Or, l'assimilation est proportionnelle au volume; et comme elle se fait par la surface, plus la cellule s'accroît, plus la nutrition devient difficile. C'est pour la faciliter que la cellule se divise. Il est indiscutable que, après la division, la cellule revient à son volume primitif et, par suite, à de meilleurs conditions de vie; mais la raison téléologique de Spencer n'explique nullement le phénomène de la cytodiérèse.

« cellulaire, la cytodiérèse, n'est qu'un simple phénomène « mécanique, lequel a néanmoins sa base sur l'attraction « des biomores dépendant de leur nature chimique. Cepen- « dant, pour l'expliquer, il n'est pas absolument nécessaire « de faire intervenir une force spéciale. » (p. 142-158).

Come si vede, l'interpretazione della citodieresi data da Giglio-Tos è della massima semplicità, e, per questo appunto, trova forse difficoltà ad essere accolta dalla maggior parte dei Biologi, i quali hanno piuttosto tendenza a voler vedere, nei fenomeni vitali, principî misteriosi ed enigmatici, che si sottraggono alle comuni leggi della materia bruta. Ma chi voglia giudicare di essa senza preconcetti di sorta, non potrà far a meno di riconoscere che, fra tutte quelle fin ora esposte, è la sola capace di darci spiegazione esauriente di tutti i fenomeni della citodieresi.

Noi sappiamo bene e conveniamo che le figure cariocinetiche sono molto suggestive e invitano facilmente a supporre che nella divisione e nell'allontanamento dei cromosomi i filamenti del fuso ed il centrosoma ne sieno i veri fattori, ma non si potrà negare che un minuto e spassionato esame dei fatti, condotto con critica serena, dimostra ad evidenza che non si tratta che di una semplice illusione.

Qualunque interpretazione, basata sul principio di una vera trazione per parte dei fili del fuso, non regge assolutamente, perchè nè questi fili si accorciano, nè si ingrossano, nè è possibile finora dire che si inseriscano sul centrosoma. E, quand'anche questo fosse dimostrato, non sarebbe con ciò spiegata la divisione, perchè il centrosoma è pur sempre un corpo mobile nell'interno della cellula, come lo dimostrano le osservazioni di Ziegler (82), e questa mobilità è assolutamente inconciliabile con la supposizione che esso possa essere un punto di inserzione per la trazione. D'altra parte, se pure si volesse tenere per buona questa supposizione, essa potrebbe valere per spiegarci la divisione del nucleo o, diremo meglio, dei soli cromosomi, ma non del resto della cellula, e tanto meno dell'allungamento che questa subisce durante la divisione, allungamento che sempre è possibile constatare in modo sicuro. Ora tutti sanno come, date le cognizioni che oggidì possediamo, la divisione dei cromosomi, sebbene la più facile a seguirsi, non è tuttavia che uno solo dei varî episodî di tutta la citodieresi. Rimarrebbero dunque pur sempre a spiegarsi la divisione delle altre parti del nucleo, la divisione della cellula e quella dei mitocondrî, per le quali l'ipotesi suddetta si mostrerebbe affatto impotente.

Del resto, non queste solamente, ma altre ragioni ancora, che per brevità omettiamo, militano contro queste vedute che urtano in molti punti contro i più elementari principî della meccanica; e coloro che, giudicando dalle apparenze, vogliono insistere, sono vittime di un'illusione come lo sarebbe chi ritenesse un corpo reale l'immagine di questo riflessa in uno specchio.

Abbiamo voluto riferire per esteso l'interpretazione di Giglio-Tos, perchè la scoperta dei mitocondrî e il comportamento di questi, specialmente per quanto risulta dai nostri preparati, sono una prova della sua esattezza.

Che i mitocondrî sieno una qualità speciale di biomori della cellula non vi può essere alcun dubbio dopo quanto abbiamo sopra riferito, e dopo che Meves (55 ^{bis}) ha dimostrato che i condriomiti rappresentano la massa filare di Flemming.

Che i mitocondrî subiscano cambiamenti di posizione nella cellula durante il suo ciclo vitale lo dimostrano i nostri preparati, e le ricerche degli altri citologi che si occuparono di questo argomento.

Abbiamo di fatto veduto come essi, riuniti dapprima in una massa compatta, in un condriosoma, all'inizio della fase di assimilazione, si sciolgano quindi in granuli liberi che si spargono qua e là per il citoplasma. Nelle condizioni attuali di ricerca, le disposizioni che successivamente assumono i mitocondrî così sciolti, sia per rispetto a se stessi, sia per rispetto agli altri biomori costituenti la cellula, ci appaiono casuali e non soggette a leggi determinate. Ma non è questo evidentemente che l'effetto della nostra ignoranza e dell'impossibilità di rendere manifesti gli altri biomori. Se ciò fosse possibile e, se si seguissero minutamente e rigorosamente tutte le varie fasi del ciclo vitale della cellula, noi non dubitiamo che ben presto si scoprirebbe come tali cambiamenti di disposizione dei mitocondrî seguono un tipo costante per ogni cellula e si compiono con precisione matematica. L'esame e lo studio minuzioso ed accurato delle varie fasi di trasformazione del nucleo ha portato in questi ultimi tempi a conclusioni di questa sorta e non altrimenti avverrà per i mitocondrî, quando il loro studio sia più oltre progredito.

Questo assetto dei mitocondrî regolare e definito si osserva del resto in modo già assai deciso e spiccato quando incomincia il loro orientamento, cioè la condriotassi, all'inizio della divisione cellulare.

È fenomeno costante per esempio quello del disporsi dei mitocondrî intorno al nucleo tutti liberi e sciolti, quando i cromosomi già sono individualizzati, e quello del formare filamenti o catenelle, quando la divisione del nucleo è già quasi compiuta. Wilke (79) crede che questi granuli non sieno veramente tali, ma che rappresentino solo le sezioni trasversali di condriomiti. Noi possiamo però assicurare che, nel caso nostro ed in questa fase, si tratta di veri granuli, mentre invece sono sezioni di condriomiti quei granuli che abbiamo rappresentato nella fig. 10, in una sezione del fuso mitocondriale.

La formazione dei condriomiti ci offre un esempio tipico e dimostrativo di ciò che Giglio-Tos chiama: orientazione dei biomori e che forma il principio fondamentale su cui appoggia la sua interpretazione.

Chi esamina molti preparati di spermatociti in divisione può facilmente convincersi, dalle figure incomplete dei fusi mitocondriali, come la formazione dei condriomiti è un fenomeno che si compie a poco a poco per un graduale assetto che i mitocondrî vanno assumendo.

Quando già il mantello mitocondriale circonda tutto intorno il fuso acromatico nella sua regione mediana, come lo dimostrano le fig. 9 e 10, l'assetto dei mitocondrî non è ancora compiuto, tant'è vero che i condriomiti non hanno raggiunto ancora la lunghezza loro propria, il che avverrà solo più tardi, come si vede nella fig. 11. Nella fig. 10 lo spessore del mantello mitocondriale è ancora assai notevole, ma va diminuendo a mano a mano che, progredendo la condriotassi, i mitocondrî assumono la loro reciproca posizione e si interpongono fra quelli che già sono ordinati, allungando così le file o catenelle che ne risultano ossia i condriomiti.

Secondo l'interpretazione di Giglio-Tos, questo allungamento dei condriomiti si dovrebbe fare, non verso le loro estremità, ma in corrispondenza dell'equatore della cellula. In altre parole, il loro accrescimento in lunghezza che si fa, come abbiamo detto, per l'aggiunta di sempre nuovi mitocondrî ai primi abbozzi di catenelle, non si compirebbe alle estremità libere dei condriomiti, ma nella zona mediana del mantello mitocondriale per un vero intercalarsi o interporsi di essi fra quelli gia orientati, così che l'allungamento dei condriomiti e del mantello o fuso mitocondriale procederebbe dalla sua regione mediana.

Non è possibile naturalmente constatare questo per il momento, ma non è senza importanza l'osservare che in favore di questo modo di vedere sta la concentrazione maggiore, in questa fase, dei mitocondrî verso la zona equatoriale del fuso dove si vedono assai più pigiati e più numerosi. Se di fatto l'accrescimento in lunghezza si facesse alle due estremità, è chiaro che verso queste, e non verso l'equatore, dovrebbe notarsi quella maggiore agglomerazione mitocondriale.

È dunque assai probabile che il fenomeno della condriotassi si svolga, precisamente, secondo quanto si può prevedere dall'interpretazione di Giglio-Tos. Per tal modo i primi brevi condriomiti che si formano rappresenterebbero le estremità del futuro fuso mitocondriale e queste, rimanendo immutate, verrebbero dal successivo orientamento dei mitocondrî che si interpongono allontanate gradualmente dall'equatore e portate verso i due poli e quindi avvicinate ai due nuclei figli, come la fig. 11 dimostra.

Ma per darci ragione esatta di questo fatto conviene concretare la cosa con un esempio, ridotto naturalmente in forma schematica.

Rappresentiamo dunque con la fig. 22 una cellula, e, per rendere meno complicata e difficile l'esecuzione dei disegni, supponiamo che essa ne sia una sezione ottica. Non sarà difficile al lettore riferire quanto diciamo ad un corpo solido, qual'è la cellula, con quelle modificazioni, s'intende, che si richiedono in tal caso.

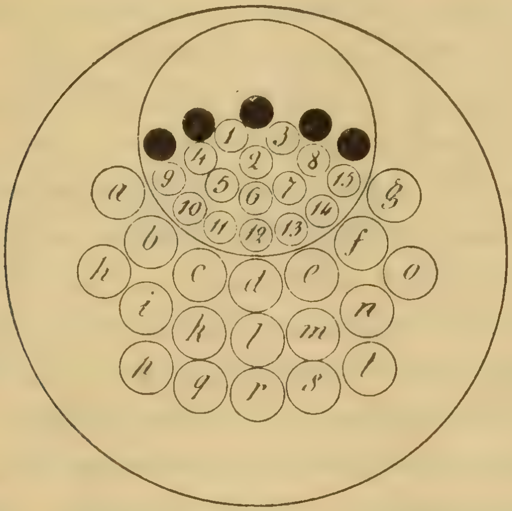


Fig. 22.

I cerchi neri rappresentano schematicamente i cromosomi; quelli numerati dall'1 al 15 i biomori del nucleo che non si colorano nei soliti preparati e che complessivamente usiamo chiamare di acromatina; quelli segnati con lettere dall'*a* al *t* i biomori della cellula che si colorano col metodo Benda cioè i mitocondrî.

Supponiamo ancora che la fig. 22 rappresenti una cellula nell'istante in cui è avvenuta la divisione completa, cioè al termine della citodieresi. Noi sappiamo di fatto che in questa fase i mitocondrî sono riuniti in una massa compatta, in un condriosoma, come ce lo dimostrano le osservazioni nostre e quelle di tutti gli altri citologi che si occuparono di questo argomento e noi sappiamo ancora che questo condriosoma è situato tra il nucleo e l'equatore della cellula madre, cioè dalla parte opposta al polo del fuso di divisione. Ciò risulta anche dalle osservazioni dei preparati ed è della massima importanza il rilevarlo per le considerazioni che seguiranno.

La cellula suddetta si trova dunque all'inizio di una nuova fase cosidetta di riposo o per meglio dire di assimilazione. Incominciano dunque le reazioni chimiche caratteristiche di questa che devono condurre allo sdoppiamento di tutte le biomolecole e quindi di tutti i biomori, e con esse le trasformazioni delle biomolecole e perciò dei biomori. Di conseguenza, il modo loro di aggregazione reciproca subirà successivamente continui cambiamenti e perciò anche i mitocondrî, dapprima addensati in un condriosoma, dovranno di necessità cambiare la loro disposizione ed assumere quelle altre che il cambiamento nella loro costituzione chimica esige. Il condriosoma dovrà dunque per forza disaggregarsi, ed i mitocondrî che lo formavano si sparpaglieranno qua e là nel citoplasma in quel disordine apparente quale noi vediamo nei preparati, ma in realtà in un ordine determinato che a noi sfugge, perchè ci è ignota la loro natura chimica e sono invisibili gli altri biomori della cellula con i quali essi assumono quei determinati rapporti di posizione. Che simili rapporti esistano lo pensa anche Wilke (79) poichè egli scrive « Kern und Mitochondrien stehen in « Korrelation » (p. 686).

Tale fenomeno continuerà durante tutta la fase di assimilazione ed il condriosoma scomparirà perciò, come formazione morfologica, ma i mitocondrî persisteranno invece come particelle formative, come biomori della cellula, per cui possiamo già fin d'ora concludere che anche il condriosoma, come la centrosfera, l'idiosoma, i cromosomi e quelle altre formazioni morfologiche che compaiono in determinati istanti del ciclo vitale della cellula non sono che formazioni temporanee ed effimere, dovute ad un momentaneo aggruppamento delle particelle che le costituiscono.

Giunte al termine del periodo di assimilazione, avverrà lo sdoppiamento delle biomolecole e perciò di biomori, e la cellula, da noi considerata nella fig. 22, avrà perciò assunto un volume doppio del primitivo, e sarà formata, come la fig. 23 ce lo dimostra, di un numero di biomori doppio del primo, ma con la costituzione chimica che prima avevano, quindi di 2 *a*, di 2 *b* ecc.

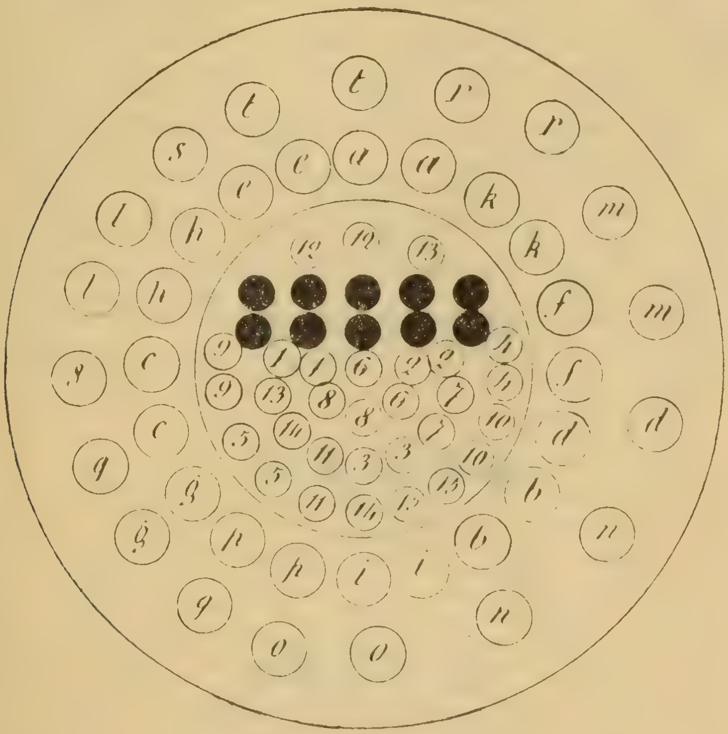


Fig. 23.

In questo istante però i biomori avranno una posizione reciproca ben differente e cioè quella posizione stessa che avevano nel momento in cui avvenne la loro scissione. Anche i mitocondrî si troveranno dunque qua e là sparsi per la cellula, e altrettanto si dica per i biomori del nucleo. Ma non sì tosto essi avranno riacquistato la primitiva costituzione avranno naturalmente tendenza a riacquistare pure la loro primitiva reciproca posizione, e quindi incomincierà subito il loro orientamento.

Nel nucleo si inizierà allora la cariotassi e nel citoplasma la condriotassi.

Nella fig. 24 abbiamo precisamente voluto rappresentare la cellula nell'istante in cui alcuni biomori dell'acromatina già hanno assunto la loro posizione rispettivamente a se stessi e ai cromosomi. Come si vede la conseguenza inevitabile è un primo allontanamento dei cromosomi dall'equatore della cellula, siccome già abbiamo dimostrato nelle pagine precedenti.

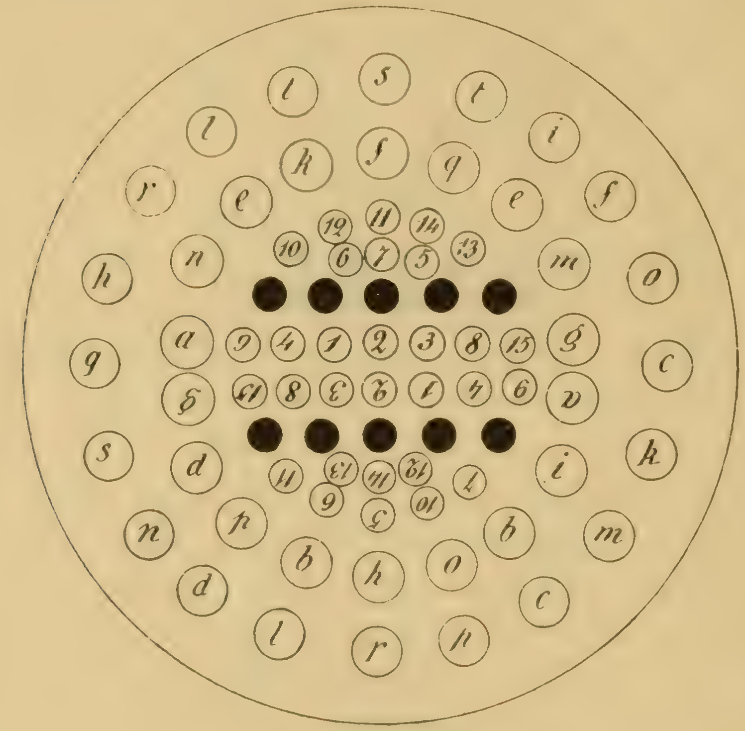


Fig. 24.

Anche i mitocondrî tenteranno di assumere la loro posizione rispettivamente ai biomori del nucleo ed a se stessi, ma, di tutti, solo quelli segnati con *a* e *g* potranno farlo, perchè gli altri, come risulta dalla figura 24, ne saranno impediti ancora, non essendo l'orientamento dei biomori del nucleo per anco terminato. Si avrà però già l'inizio della formazione dei condriomiti e del mantello mitocondriale.

Intanto questo orientamento continua graduale ed ininterrotto e nelle fig. 25 abbiamo voluto rappresentare precisamente una fase, in cui tutti i biomori del nucleo sono già orientati secondo la loro posizione, quale abbiamo stabilito nella fig. 22. La cariotassi è completa e perciò la cariodieresi è anch'essa interamente avvenuta. I due nuclei della cellula sono già divisi, ed i cromosomi si trovano perciò più distanti dall'equatore. Quanto ai mitocondrî anche quelli segnati con *b* ed *f*, hanno potuto orientarsi, accrescendo la lunghezza del primitivo condriomito incominciato con *a*, ma gli altri ne sono ancora impediti dai biomori del nucleo.

È interessante, fin da questa fase, fare un confronto con le figure 9 e 10 dei nostri preparati e con quelle corrispondenti di Henking, Wilcox e Meves. Noi constatiamo di fatto dall'esame di tali figure, come, nell'anafase, i mitocondrî sono bensì già accumulati in parte intorno al fuso, ma non penetrano nel suo interno, così che le sezioni trasversali mostrano, come quella della fig. 10, nell'interno del mantello mitocondriale un'area nettamente delimitata, priva assolutamente di mitocondrî. Quale ne è la ragione?

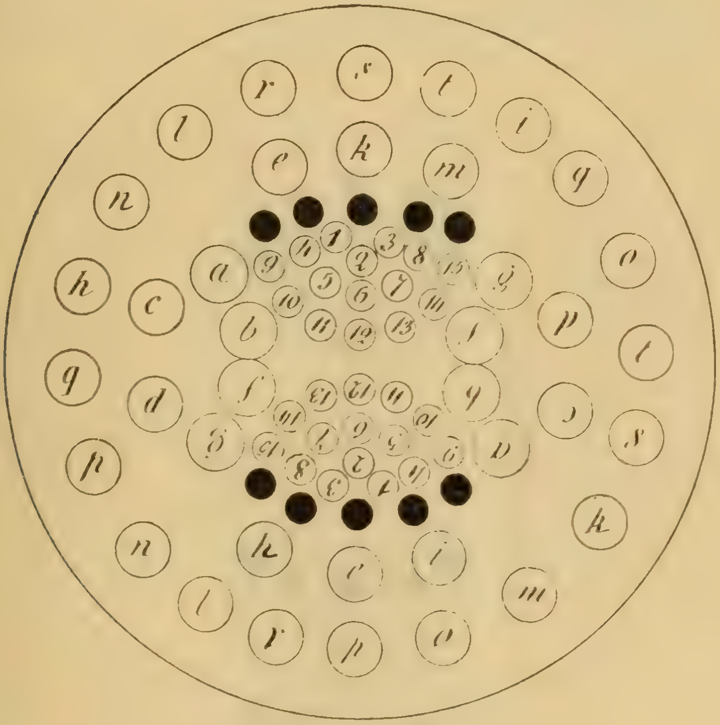


Fig. 25.

Noi lo vediamo chiaramente nella fig. 25. Le figure suddette, che si constatano nei preparati, derivano dal fatto che il nucleo non è ancora interamente diviso, e quindi, come dallo schema della fig. 25 si può chiaramente rilevare, i mitocondrî non possono prendere ancora la loro posizione voluta, impediti dai biomori del nucleo che stanno pur anco orientandosi.

Ma quando la cariotassi sia affatto compiuta, e perciò la divisione dei nuclei sia interamente fatta, progredendo la condriotassi, i mitocondrî prenderanno successivamente a poco a poco la loro posizione voluta, insinuandosi fra i biomori del nucleo, ed il lume interno del mantello mitocondriale della fig. 10, privo di mitocondrî, si restringerà gradualmente e finirà per scomparire interamente.

Una simile fase è per l'appunto rappresentata nello schema delle fig. 26, dove si vede che anche i mitocondrî *c d e* hanno assunto la loro posizione. Se si facesse in una cellula, a questa fase, una sezione trasversale in corrispondenza dell'equatore, si vedrebbe il fuso mitocondriale rappresentato da un ammasso continuo di mitocondrî senza traccia di lume interno, come di fatto abbiamo avuto occasione di osservare molte volte noi stessi e come del resto risulta anche dalle figure e dalle osservazioni di parecchi altri. Si osserverà tuttavia, che una simile struttura compatta del fuso mitocondriale non si potrà constatare, se non

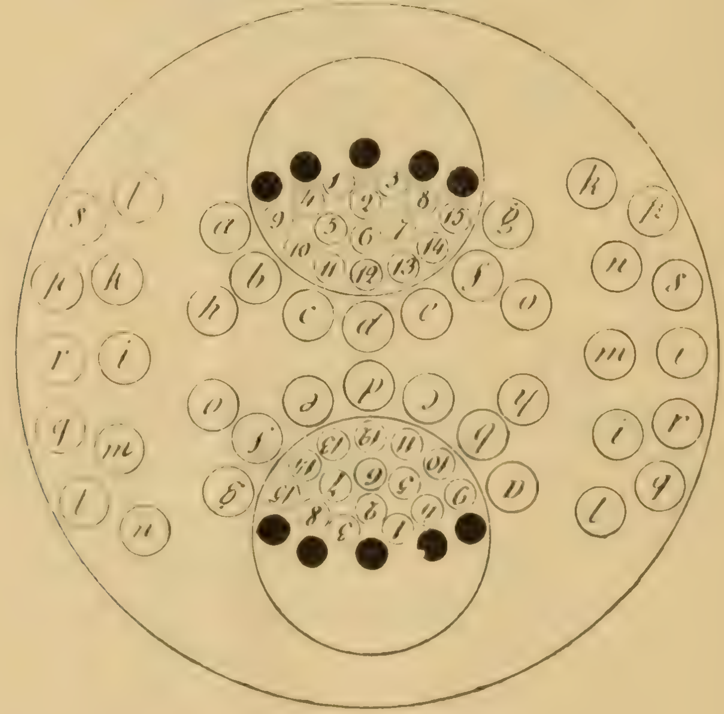


Fig. 26.

quando i cromosomi saranno già assai più allontanati dall'equatore. Come si vede bene dalla fig. 26, è l'orientamento stesso dei mitocondrî, è il progredire dunque della condriotassi che provoca l'allontanarsi dei nuclei e quindi dei cromosomi. Se si confronta la fig. 25 con la fig. 26 è facile scorgere che, sebbene nella fig. 25 i due nuclei sieno già interamente divisi, essi sono ancora contigui l'uno all'altro e questa contiguità si conserverebbe, se il progredire della condriotassi non provocasse l'interposizione dei mitocondrî *c d e* e quindi il conseguente allontanamento dei nuclei.

Un altro fenomeno è ancora da osservarsi in questo caso.

Finchè i due nuclei, o stanno dividendosi, o sono di già divisi ma ancora contigui, come nella fig. 25 è rappresentato, i mitocrondrî sono in parte già radunati intorno al fuso formandovi il mantello mitocondriale, ma in parte sono ancora sparsi per la cellula, e quindi anche ai suoi due poli, il che appunto abbiamo potuto constatare noi soventi

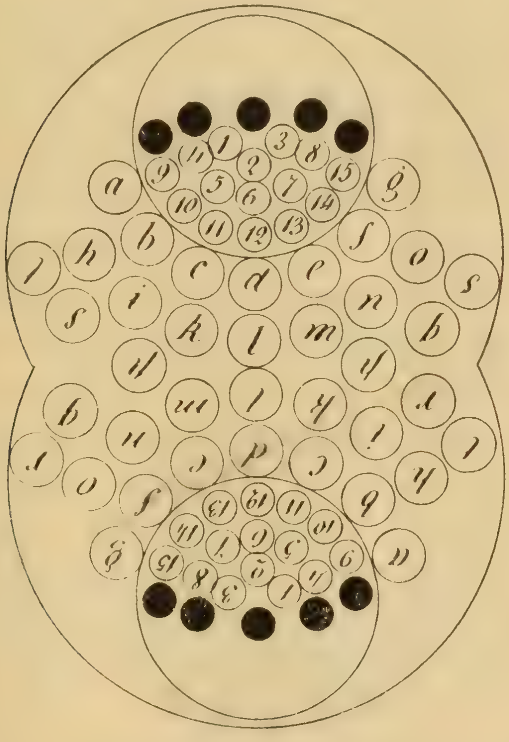


Fig. 27.

volte ed hanno anche constatato molti altri, dei quali alcuno anzi credette che tale posizione essi conservassero durante tutta la citodieresi. Ma, a mano a mano che i due nuclei si allontanano portandosi verso i poli, i mitocondrî che occupano questa posizione nella cellula sono per forza costretti a spostarsi per lasciar loro il posto. Il passaggio graduale dei mitocondrî dai poli verso l'equatore della cellula è dunque un fatto meccanico inevitabile, dipendente dalla posizione che i mitocondrî devono avere nella cellula rispetto ai nuclei.

Continuando la condriotassi anche i mitocondrî *i, k, l, m, n* assumono la loro posizione voluta, come si vede nello schema della fig. 27. Il fuso mitrocondriale va dunque allungandosi e facendosi più completo, e perciò anche i due

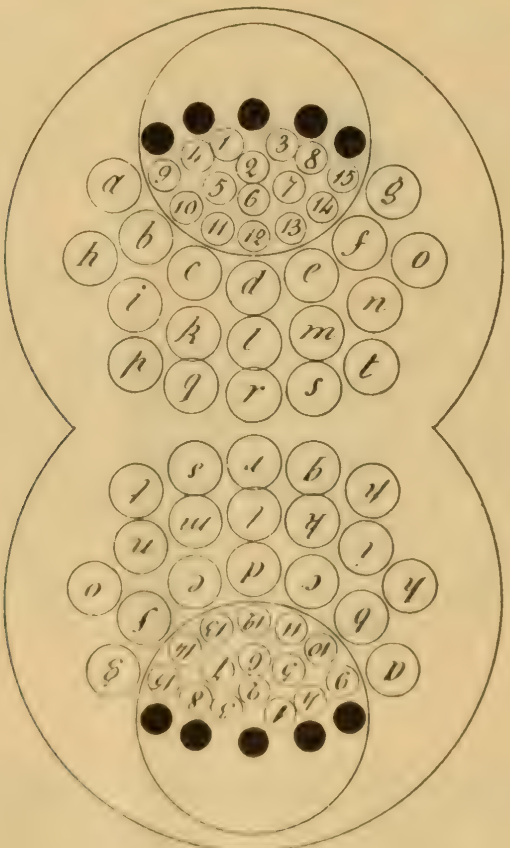


Fig. 28.

nuclei vanno via via allontanandosi. A questo punto anche la cellula incomincia ad allungarsi e l'orientamento degli altri suoi biomori produce l'inizio dello strozzamento che dovrà poi condurla alla sua divisione completa, come si è visto nelle fig 20, 21.

Intanto il progredire della condriotassi fa si che naturalmente altri mitocondrî si uniscano ai primi e quindî che i condriomiti già iniziati si accrescano di lunghezza. Ma dalle fig. 26-28 è facile scorgere che il loro accrescimento, siccome già feci rilevare, non si fa verso i poli, ma all'equatore, cioè per l'intercalarsi di nuovi mitocondrî fra quelli che già occupano la loro posizione.

Infine, quando la condriotassi sarà completa, la condriodieresi sarà avvenuta, e le due masse mitocondriali si troveranno separate nelle due cellule figlie, (fig. 28) precisamente come prima i due nuclei si erano divisi, e come noi nelle fig. 2, 16 e 17 della tavola abbiamo rappresentato.

A questa fase naturalmente la cellula non è ancora completamente divisa: la citodieresi insomma è ancora da compiersi, il che avverrà solamente quando avranno preso il loro assetto voluto anche gli altri biomori della cellula. Le due masse mitocondriali, appena divise, saranno ancora l'una all'altra adiacenti come lo erano prima i due nuclei nella fase della fig. 25. Ma, a mano a mano che l'orientamento degli altri biomori della cellula progredirà, esse, per l'interporsi di questi fra di loro, di necessità si allontaneranno finchè la citodieresi sarà compiuta.

Si saranno così ottenute due cellule formate di biomori in ugual numero e di ugual qualità e quindi anche di cromosomi e di mitocondrî uguali e perciò due cellule di necessità uguali, sempre supponendo, come finora si è fatto per maggior semplicità, che lo sviluppo biomolecolare sia autogenetico.

Da quanto abbiamo finora detto emerge chiaramente che la interpretazione della citodieresi, proposta da Giglio-Tos, non solo è capace di darci ragione di ogni minimo fatto della divisione cellulare, ma che anzi, dalla scoperta dei mitocondrî e dal loro modo di comportarsi durante la divisione, riceve una conferma della sua esattezza. Essa ci spiega inoltre le varie formazioni a cui i mitocondrî dànno origine, condriosomi, condriomiti, mantello e fuso mitocondriale, durante tutto il ciclo vitale della cellula, dalla sua nascita fino alla sua divisione in modo così preciso e così esauriente, come nessuna altra spiegazione della citodieresi finora offertaci è in grado di farlo. A coloro che non ne fossero persuasi noi consigliamo di seguire, secondo il principio su cui Giglio-Tos basa la sua interpretazione, la divisione cellulare in tutto il suo decorso, eseguendo figure analoghe a quelle da noi esposte, e mantenendo, ben inteso, le proporzioni volute tra il diametro della cellula appena nata e quella della cellula in divisione, il cui volume è naturalmente divenuto doppio del primitivo. Noi siamo sicuri che, così facendo, essi non potranno avere prova migliore e più convincente dell'esattezza della spiegazione data e nel tempo stesso si daranno perfetta ragione di tutto quell'intimo e intricato fenomeno che è l'orientamento dei biomori e del fenomeno della divisione che inevitabilmente lo segue.

Converrà tuttavia anche in questo caso non dimenticare assolutamente che, nella nostra interpretazione, la divisione e le figure che ne risultano sono due fenomeni affatto indipendenti, e che la prima può avvenire ugualmente senza che sia accompagnata dalle altre. La divisione è la semplice e diretta conseguenza dell'orientamento dei biomori, qualunque sia la loro disposizione. Le figure dipendono invece dalla disposizione che i biomori hanno nella cellula. Nel caso presente, a mo' d'esempio, è facile convincersi che la formazione del mantello e del fuso mitocondriale con tutte le altre figure, si producono e si susseguono, perchè abbiamo supposto che, al termine della citodieresi, i mitocondrî si trovino accumulati tutti da una parte del nucleo, tra questo e il piano di divisione, situazione che realmente presentano nelle cellule spermatiche, se non di tutti, per lo meno di molti insetti. E per raggiungere questo assetto sono costretti per forza a passare per tutte le posizioni descritte, così caratteristiche. Ma se, come pare sia il caso per altre cellule, ad esempio quelle del ratto, secondo le ricerche di Benda e di Duesberg (22), al termine della citodieresi la loro posizione reciproca è quella di essere qua e là sparsi nel citoplasma intorno al nucleo, evidentemente, durante la condriotassi, essi non daranno origine a nessuna delle figure sopra descritte.

Se ora noi consideriamo nel suo complesso tutto il fenomeno della divisione cellulare, possiamo di leggieri constatare che esso, stando alle nostre attuali cognizioni, si può scindere in tre divisioni successive, che si compiono nell'ordine di tempo seguente: la cariodieresi, la condriodieresi e la citodieresi

La cariodieresi è la divisione del nucleo, cioè il risultato dell'orientamento completo di tutti i biomori che lo formano, la cariotassi. Essa è naturalmente la prima ad avvenire, perchè il nucleo occupa la parte più interna della cellula e la divisione di questa non sarebbe possibile, se prima non avvenisse quella.

La condriodieresi è la divisione del condrioma, cioè il risultato dell'orientamento completo di tutti i biomori del condrioma, dei mitocondrî, orientamento che noi abbiamo chiamato condriotassi. Essa fa seguito alla cariodieresi, ma precede la citodieresi.

La citodieresi è la divisione della cellula, cioè il risultato dell'orientamento completo di tutti gli altri biomori costituenti il citoplasma, intendendo con tale espressione tutte quelle altre particelle viventi che stanno intorno al nucleo ed al condrioma e che i mezzi attuali della tecnica microscopica non ci permettono ancora di mettere in evidenza in modo specifico, ma la cui esistenza è molto probabile. La citodieresi viene evidentemente per ultima e chiude il fenomeno complessivo della divisione cellulare.

Dall'insieme di tutti questi fenomeni ed, ora specialmente, dallo studio dei mitocondrî risulta sempre più evidente che le formazioni morfologiche che nel ciclo vitale della cellula fanno la loro comparsa: cromosomi, cromomiti, condriomiti, condriosomi, idiozomi, centrosfere, arcoplasma, filamenti dell'astro ecc. non sono che manifestazioni temporanee ed effimere, risultanti da una speciale aggregazione delle particelle viventi, che costituiscono la cellula, dei biomori, i quali soli possono e devono considerarsi come persistenti.

Il condrioma nelle divisioni di maturazione.

Tetradi e diadi di condriosomi.

Negli schemi presentati nelle pagine precedenti noi abbiamo implicitamente supposto di considerare la divisione normale di una cellula, onde rendere più semplice la cosa, ma è evidente che essi non si possono applicare alla divisione degli spermatociti quale noi abbiamo rappresentato in alcune figure della tavola, senza quelle modificazioni necessarie che il caso richiede

Noi dobbiamo di fatto tener conto di un fenomeno intimo che succede nello spermatocito di 1° ordine, prima dell'inizio della citodieresi, e che è causa prima dei fenomeni caratteristici della maturazione delle cellule sessuali, e della fecondazione.

Giglio-Tos (30), nella terza parte del suo lavoro « Les Problèmes de la Vie », ha esposto, fin dal 1905, una interpretazione chimica di questi fenomeni che gioverà succintamente riassumere, rinviando il lettore, che volesse conoscerne più minutamente i particolari, all'opera suddetta.

Egli, partendo dal principio che nelle cellule genetiche esistono necessariamente due sorta di biomori, gli uni di origine maschile, gli altri di origine femminile, e che questi biomori hanno la loro origine prima dall'uovo fecondato e si trasmettono di divisione in divisione a tutte le generazioni delle cellule riproduttrici, sostiene che la riproduzione dell'organismo, e quindi l'eredità dei suoi caratteri, sono fondamentalmente basate sulla rigenerazione, per parte dell' organismo, di un germe teoricamente uguale a quello da cui esso stesso è derivato. Ciò equivale a dire che tutte le biomolecole, e quindi tutti i biomori della cellula, devono rigenerarsi uguali ai primitivi.

Questa rigenerazione è conseguenza dunque dell'assimilazione ed è perciò un semplice fenomeno chimico. Come tale essa è perciò dipendente dalle condizioni fisico-chimiche dell'ambiente in cui si svolge.

Se la rigenerazione di tutte le biomolecole di una cellula è possibile, si otterrà la riproduzione dell'organismo da un germe unico, come per l'appunto si constata nei casi di vera partenogenesi. Se invece la rigenerazione di tutte le biomolecole non è possibile, è tuttavia possibile, come Giglio-Tos dimostra, la rigenerazione di una parte almeno di esse, a spese delle altre biomolecole, mediante l'addizione biomolecolare, fenomeno chimico della massima semplicità, e che è la causa prima della sessualità, dei fenomeni complessi della maturazione delle cellule sessuali e della fecondazione.

Nell'addizione biomolecolare che avverrebbe, secondo Giglio-Tos, nella fase di sinapsi o di presinapsi, le biomolecole di un sesso otterrebbero la loro rigenerazione addizionandosi con quelle dell'altro sesso, dopo di esser giunte, per una serie di trasformazioni chimiche, che si compiono durante il periodo di moltiplicazione, ad una speciale struttura chimica che le rende atte ad addizionarsi. Donde la necessità di due serie diverse di tali trasformazioni: l'una, che conduce alla rigenerazione delle biomolecole maschili, l'altra a quella delle biomolecole femminili. Ed ecco per tal modo spiegata la necessità della sessualità.

Ma, se con l'addizione biomolecolare una biomolecola di un sesso ottiene la sua rigenerazione, essa è a detrimento della biomolecola del sesso opposto, con cui essa si è addizionata, poichè questa naturalmente scompare come tale, come individualità propria, giacchè i suoi atomi passano a far corpo di quell'altra, con cui si è addizionata. L'addizione biomolecolare dunque, mentre ha per effetto di rigenerare le biomolecole di un sesso, produce contemporaneamente la scomparsa di quelle del sesso opposto, per cui, dopo che essa si è compiuta, la cellula, dapprima costituita dall'insieme di biomolecole maschili e di biomolecole femminili, dapprima dunque, per così dire, ermafroditica, diventa esclusivamente formata delle biomolecole rigenerate e quindi solamente femminili o solamente maschili, a seconda del modo con cui si sono compiute quelle trasformazioni chimiche che sappiamo essere necessarie per rendere addizionabili le biomolecole.

Un'altra conseguenza dell'addizione biomolecolare è la derivazione non già di due, ma di quattro biomolecole uguali alle primitive da ognuna delle biomolecole addizionate, onde la formazione di quattro biomori, e perciò di quattro cromosomi e quindi delle tetradi, siccome Giglio-Tos ha dimostrato nel suo sopracitato lavoro.

Ne segue, da quanto finora abbiamo detto, che in uno spermatocito di primo ordine, per esempio, immediatamente prima della prima divisione di maturazione, avviene fra le biomolecole maschili e femminili che ancora lo costituiscono l'addizione biomolecolare maschile, il cui risultato è la rigenerazione di quattro biomolecole maschili, uguali a quelle del primitivo germe. Immediatamente dopo di essa lo spermatocito è dunque privo di tutte le biomolecole femminili e non possiede più che le sole biomolecole maschili in quantità quadrupla. Esso è insomma diventato una cellula esclusivamente maschile, ma rappresenta un sistema simbiotico quadruplo, invece che semplicemente doppio, come sarebbe invece avvenuto, se le biomolecole si fossero rigenerate tutte, ma senza addizione biomolecolare. E nello stesso modo che alla formazione di un sistema simbiotico doppio segue di necessità, secondo i principî di Giglio-Tos, una divisione della cellula in due, alla formazione di un sistema simbiotico quadruplo, com'è il caso che noi consideriamo, seguirà una divisione quadrupla, ossia due divisioni immediatamente susseguentisi, senza fase intermedia di assimilazione, come di fatto si osserva in natura.

Premessa questa succinta esposizione di quanto crediamo strettamente e assolutamente indispensabile per ben comprendere il significato di ciò che stiamo per dire, ritorniamo al nostro caso e applichiamo ai mitocondrî quanto in linea generale si è detto per tutti i biomori della cellula.

Se è vero che i mitocondrî sono parti costitutive della cellula come Meves, Benda, Duesberg e noi stessi siamo convinti; se anch'essi si trasmettono da una generazione all'altra per mezzo dei gameti, come Meves ha dimostrato; se nella divisione, per effetto del meccanismo stesso con cui si compie la condriodieresi, siccome abbiamo or ora dimostrato, essi si distribuiscono integralmente nelle cellule figlie; ne seguirà necessariamente che gli spermatogonî conterranno ancora mitocondrî di origine femminile e mitocondrî di origine maschile, e tutti questi si conserveranno ancora negli spermatociti di primo ordine, negli auxociti, fino all' istante che precede immediatamente la prima divisione di maturazione, istante in cui dovrà compiersi l'addizione biomolecolare e quindi anche l'addizione delle speciali biomolecole formanti i mitocondrî.

Venuto questo istante, le biomolecole maschili dovranno addizionarsi con quelle femminili, quindi noi dovremo constatare la fusione dei mitocondrî a due a due, precisamente come Strassburger e Allen hanno osservato nei cromioli del giglio, e recentissimamente Sykes (68) in quelli di *Funkia*. A questa fusione intima dei mitocondrî dovrà tener dietro la scissione del mitocondrio unico che ne risulta in due altri mitocondrî e quindi una seconda scissione di questi in altri due. Da ogni coppia di mitocondrî si otterranno dunque, dopo l'addizione biomolecolare, quattro mitocondrî, tutti e quattro, naturalmente, di natura maschile. Il numero dei mitocondrî sarà perciò in quest'istante raddoppiato.

Anche su questi fenomeni, teoricamente prevedibili con l'interpretazione di Giglio-Tos, noi abbiamo portato la nostra osservazione ed i risultati, sebbene di difficile interpretazione, sono tali che ci lasciano speranza di poter giungere alla conferma di quanto abbiamo predetto. Tuttavia crediamo per ora prematura ogni conclusione e ci riserbiamo di rendere pubbliche le nostre ricerche quando avremo potuto avere prove tali da convincere non solo noi stessi ma anche gli altri, di quanto asseriamo.

Nello spermatocito di 1.º ordine, dopo le due successive scissioni dei mitocondrî, questi, per ogni qualità di mitocondrî maschili saranno rappresentati da quattro individui, e se i mitocondrî sono *a b c* . . . . . come abbiamo supposto, esisteranno nello spermatocito 4*a*, 4*b*, 4*c* ecc. Ne segue pertanto che, durante la condriotassi, saranno non uno, come nella divisione normale avviene, ma due i mitocondrî di ugual costituzione che assumeranno la loro posizione voluta, e quindi, nelle figure più sopra riferite, si dovrebbero in questo caso disporre *aa, bb, cc* ecc. invece di *a, b, c* ecc. E se, come è in realtà, i condriomiti risultano dal disporsi in fila dei mitocondrî, essi, nella 1.ª divisione di maturazione, dovrebbero presentarsi doppî invece che semplici, come nelle citodieresi normali avviene.

Anche di questo fatto non possediamo finora prove assolute e convicenti, ma dobbiamo far notare, come in parecchi preparati ci parve di potere constatare una simile duplicità di condriomiti, duplicità la quale del resto si intravede anche nelle fig. 9 ed 11 della tavola, dove abbiamo tentato di riprodurre il vero, quanto più fedelmente ci fu possibile.

Tuttavia noi richiamiamo l'attenzione dei Biologi su di un fatto che è una prova lampante, sebbene indiretta, di questa duplicità. Intendiamo dire delle diadi di condriosomi, quali si constatano negli spermatociti di 2.° ordine, e di cui si vedono rappresentati due esempi nelle fig. 12 e 13.

Quale significato dobbiamo noi dare a queste diadi di condriosomi?

Nel parallelo stabilito nelle pagine precedenti fra il condriosoma ed il cromatoma abbiamo visto che, tanto i mitocondrî quanto i cromioli, in determinate fasi del ciclo vitale della cellula, si aggregano in masse compatte, i condriosomi ed i cromosomi.

Ogni cromosoma rappresenta dunque un' individualità, ma un' individualità collettiva, risultante dall'aggregazione di un certo numero di cromioli determinati, nello stesso modo che una società può essere considerata come un'individualità collettiva risultante dall'insieme di un certo numero di persone diverse. La duplicità di un cromosoma è dunque indizio manifesto della duplicità degli elementi che lo compongono e così la sua quadruplicità è indizio della quadruplicità dei cromioli che lo costituiscono.

Se i nostri mezzi di osservazione ce lo permettessero, sarebbe possibile constatare *de visu* questa quadruplicità dei cromioli nella formazione delle tetradi, ma, siccome i mezzi attuali di ricerca sono ancora insufficienti a questo scopo, questa quadruplicità non ci appare che nei suoi effetti finali, quando cioè i cromioli si aggregano in masse compatte, più grandi, più visibili, nei cromosomi.

Altrettanto per analogia dobbiamo concludere dei mitocondrî e dei condriosomi.

Anche i condriosomi, come i cromosomi, si debbono considerare come individualità collettive di mitocondrî, determinati per numero e per qualità. Se anche non è possibile scorgerne nei preparati la duplicità degli elementi costituenti, ci è tuttavia lecito giudicarne dalla duplicità o dalla quadruplicità delle masse che essi formano, e perciò dei condriosomi. Le diadi di condriosomi, che si osservano negli spermatociti di 2.° ordine, ci rivelano dunque che duplici sono i mitocondrî che li formano. E nello stesso modo che le diadi dei cromosomi di questi stessi spermatociti sono conseguenza immediata delle tetradi dello spermatocito di 1.° ordine da cui derivano, poichè ogni diade rappresenta la divisione in due di una tetrade, così la diade di condriosomi degli spermatociti di 2.° ordine è indizio palese di una tetrade di condriosomi preesistente nello spermatocito di 1.° ordine.

Per qual ragione, noi possiamo però richiederci, non si scorge nello spermatocito di 1.° ordine la tetrade di condriosomi, mentre sono invece ben distinte quelle dei cromosomi?

La risposta è facile, se noi poniamo mente alle fasi in cui si formano i cromosomi ed i condriosomi.

L'addensamento dei cromioli nella formazione dei cromosomi avviene di fatto all'inizio della divisione della cellula e quindi, prima ancora che questa si divida, noi vi possiamo già constatare la duplicità o la quadruplicità degli elementi che compongono i cromosomi, dalla loro comparsa. L'addensamento dei mitocondrî nella formazione dei condriosomi ha luogo invece, come abbiamo dimostrato, a divisione compiuta, quindi la duplicità o la quadruplicità dei mitocondrî nella cellula in divisione, che non si rende manifesta se non nelle cellule figlie con il comparire dei condriosomi, sfugge alle nostre ricerche, o per lo meno, se ne rende assai difficile la constatazione. Ma non per questo possiamo negare che una vera duplicità o quadruplicità di condriosomi esista, se non morfologicamente, almeno sostanzialmente.

Nelle citodieresi normali noi abbiamo visto di fatto che, a divisione compiuta, il condriosoma è uno solo, in ognuna delle due cellule figlie, il che indica che era sostanzialmente doppio nella cellula madre. Abbiamo a suo tempo fatto rilevare, come risulta dalla fig. 1ª della tavola, che negli spermatogoni il condriosoma è per l'appunto unico, come semplici sono i cromosomi. Ma dopo la 1.ª divisione di maturazione i condriosomi delle cellule figlie sono invece duplici (fig. 12 e 13 della tavola) come duplici sono i loro cromosomi. Esiste dunque una perfetta corrispondenza tra i cromosomi ed i condriosomi anche nelle citodieresi atipiche caratteristiche della maturazione sessuale.

Questa perfetta corrispondenza si manifesta ancora nella 2.ª divisione di maturazione. Nello stesso modo che, in questa, ognuno dei cromosomi di una diade si porta ad una delle due cellule figlie, così anche ognuno dei due condriosomi della diade si porta ad una di esse, passando ben inteso per la solita fase di condriomiti, dovuta come abbiamo dimostrato, alla condriotassi, cioè all'orientamento reciproco che i mitocondrî devono assumere sia rispetto a se stessi, sia rispetto agli altri biomori della cellula.

Le fig. 14 e 15 sono a questo proposito molto dimostrative. In esse, sebbene la disgregazione dei condriosomi sia già iniziata e nella fig. 15 già assai avanzata, sì che già compaiono i condriomiti, è tuttavia ancora possibile scorgere che le due masse principali di mitocondrî, rappresentanti i condriosomi in disgregazione, stanno collocate l'una da una parte e l'altra dall'altra dell'equatore della cellula. Esse si trovano dunque già allogate nelle due parti dello spermatocito corrispondenti alle due cellule che deriveranno dalla sua divisione.

Ci è lecito dunque concludere, da quanto si è detto, che, come nello spermatocito di 1.º ordine esistono le tetradi di cromosomi, così in esso esiste pure una tetrade di condriosomi, sebbene morfologicamente non palese, e che nella 1.ª divisione i due spermatociti di 2.º ordine ricevono ognuno una diade di condriosomi, ed una diade di cromosomi, come nella 2.ª divisione gli spermatidi ricevono ognuno un condriosoma ed un cromosoma semplici.

Ci rimane ora a considerare un ultimo fenomeno nel quale, in apparenza almeno, i condriosomi differiscono dai cromosomi. Intendiamo dire cioè della riduzione numerica.

È noto che, per quanto riguarda i cromosomi, la comparsa delle tetradi è accompagnata dalla riduzione dei cromosomi a metà del numero normale. Esiste questa riduzione anche nel condriosoma? E, se non esiste, quale ne è la ragione?

Risulta in modo positivo da constatazione diretta di molti osservatori che i cromosomi paterni e quelli materni si mantengono indipendenti nella fecondazione e nelle successive generazioni cellulari. Ciò vuol dire che ogni individualità dei cromosomi è costituita da una determinata aggregazione di cromioli di un sesso solo.

Stando così le cose, ne segue naturalmente che nell'istante in cui deve avvenire l'addizione biomolecolare, siccome questa consiste nell'addizione delle biomolecole maschili con quelle corrispondenti femminili, le biomolocole di un cromosoma paterno dovranno addizionarsi con quelle di un cromosoma materno, e quindi in quest'istante gli elementi componenti questi due cromosomi, i cromioli, dovranno di necessità fondersi in uno solo Ciò equivale a dire che di due cromosomi non se ne otterrà che uno solo, sebbene quadruplo. Per tal modo il numero dei cromosomi si riduce alla metà del normale.

Per meglio comprendere la cosa facciamo una supposizione. Supponiamo cioè, cosa che, per quanto noi sappiamo, non è stata finora osservata, ma che nulla esclude in modo assoluto che possa in qualche caso avverarsi, supponiamo dunque che nella fecondazione i cromosomi non mantengano la loro indipendenza, ma si uniscano per esempio quelli paterni con i corrispondenti materni, non formando ognuna coppia che un solo cromosoma. Ciò equivale a dire che l'individualità dei cromosomi è costituita, non già dall'insieme dei cromioli di un solo sesso, ma da quello dei cromioli di tutti e due i sessi. Ne risulterà così un numero *n* di cromosomi, ognuno dei quali sarà formato di cromioli di origine paterna e materna.

È evidente che, quando avverrà l'addizione biomolecolare, si avrà bensì in tal caso la fusione dei cromioli di un sesso con i corrispondenti dell'altro, ma, siccome essi costituiscono un cromosoma unico, non potrà evidentemente aver luogo la riduzione a metà del numero dei cromosomi, sebbene ne segua anche in questo caso la formazione delle tetradi, com'è naturale. Ogni cromosoma della tetrade rappresenterà però in questo caso, non un intiero, ma un mezzo cromosoma solamente; tuttavia il numero di essi si manterrà normale.

Nel 1.° caso, che è quello finora osservato ed a tutti noto, la riduzione numerica può essere rappresentata da $\frac{n}{2}$ 1, indicando con 1 il valore dei singoli cromosomi, il che significa che i cromosomi sono intieri, ma il loro numero *n* è ridotto a metà del normale. Nel 2.° caso la riduzione deve invece essere rappresentata dalla formula $n \frac{1}{2}$ il che indica che il numero *n* dei cromosomi si è mantenuto normale, ma il valore di ogni singolo cromosoma è ridotto a metà del normale.

Ogni gamete possederà dunque, in quest'ultimo caso, un numero normale *n* di $\frac{1}{2}$ cromosomi e avvenuta la fecondazione, riunendosi insieme i cromosomi paterni e materni, si ricostituiranno i cromosomi nella loro integrità $\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{2} \quad 1\right)$ e quindi l'uovo possederà un numero normale *n* di cromosomi intieri.

Coloro che persistono nel voler vedere nei fenomeni della maturazione delle cellule sessuali un mezzo, diremo quasi provvidenziale della Natura, per impedire l'aumento del numero dei cromosomi e della cromatina ad ogni generazione possono, da quanto si è ora supposto, scorgere facilmente che lo stesso risultato si potrebbe benissimo ottenere senza la riduzione numerica dei cromosomi e quindi convincersi che ben altra deve essere la causa prima di questo fenomeno!

Vediamo ora che cosa possiamo dire relativamente ai condriosomi.

Le conoscenze che possiediamo finora sono troppo scarse e insufficienti, perchè si possa stabilire, se essi si comportano nella loro individualità come i cromosomi, oppure diversamente. Tuttavia siamo già in grado di considerare i casi possibili e dedurne le conseguenze.

Se stiamo alle osservazioni nostre e a quelle che finora si hanno su tale argomento, si sarebbe piuttosto indotti a credere che i mitocondrî di origine paterna e quelli di origine materna formino con il loro aggregarsi un solo condriosoma, analogamente a quanto si è detto per i cromosomi nel 2.° caso supposto.

Abbiamo constatato di fatto che, dopo la divisione degli spermatogoni, ognuno di questi possiede un condriosoma unico. Se è vero dunque, come Meves, Benda e Duesberg sostengono, e come noi siamo disposti ad accogliere, che nella fecondazione ognuno dei due gameti porta il contributo dei suoi mitocondrî nella costituzione del germe, è chiaro che, se questi nel formare i condriosomi mantenessero distinta la loro origine, come i cromioli fanno per i cromosomi, si dovrebbero constatare per lo meno nelle cellule germinative derivate dal germe, due condriosomi distinti, l'uno paterno e l'altro materno, il che equivarrebbe a dire che i condriosomi conservano la loro indipendenza, come si verifica per i cromosomi.

In questo caso dunque anche gli spermatogonî dovrebbero presentare non uno, come noi abbiamo verificato, ma due condriosomi, e, avvenendo l'addizione biomolecolare, i mitocondrî del condriosoma maschile dovrebbero fondersi con quelli corrispondenti del condriosoma femminile, e quindi il risultato sarebbe la formazione di un solo condriosoma quadruplo, analogamente a quanto avviene per i cromosomi. Si avrebbe insomma nel caso che consideriamo, la riduzione a metà del numero normale dei condriosomi e la formazione di una tetrade.

Ma poichè dalle nostre osservazioni emerge che il condriosoma negli spermatogonî è unico, ne dobbiamo dedurre, fino a prova contraria, che la sua unicità dipende dall’aggregazione in una massa unica dei mitocondrî di origine materna e di quelli di origine paterna. Per ciò, nell’addizione biomolecolare che precede la prima divisione di maturazione, si fonderanno insieme i mitocondrî maschili e femminili dello stesso condriosoma, e quindi si avrà la formazione di un condriosoma unico, sebbene quadruplo, nel quale tuttavia ogni condriosoma semplice equivarrà a metà del condriosoma originario, perchè sarà costituito dei soli mitocondrî maschili, mancando quelli femminili che saranno scomparsi per effetto dell’addizione biomolecolare.

Si avrà insomma quanto già abbiamo descritto per i cromosomi nel secondo caso sopra considerato, cioè: nessuna riduzione a metà del numero normale dei condriosomi, formazione di una tetrade, ma riduzione a metà di ogni suo condriosoma semplice.

Ogni spermatide porterà dunque con sè nel suo speciale condriosoma, il paranucleo, (Nebenkern di Bütschli, Nebenkörper di von La Valette St. George, Mitochondrienkörper di Meves) una metà dei mitocondrî originarî, e cioè solamente quelli maschili, e di conseguenza l’uovo porterà con sè i soli mitocondrî femminili. La fecondazione avrà per effetto, riunendo gli uni e gli altri, di rigenerare un condriosoma unico, ma intiero, formato per metà dei mitocondrî maschili, e per metà di quelli femminili, precisamente come ha per effetto di ricostituire un germe uguale al primitivo riunendo in un solo nucleo i cromosomi dello spermatozoo e dell’uovo che, dopo l’addizione biomolecolare, sono divenuti rispettivamente solo maschili e solo femminili.

Ci rimane ora a considerare la funzione dei mitocondrî nella cellula.

È noto che Benda (8), giudicando dalla parte che essi hanno nella formazione del filamento a spirale nel pezzo intermedio di alcuni spermatozoi e dalla presenza di mitocondrì nelle fibre muscolari, azzarda l'ipotesi che essi sieno in connessione con le manifestazioni motorie della cellula. « Dagegen halte ich es für denkbar » — egli conclude — « dass die Fadenkörner das Zellorgan darstellen, welches « in primitiven Zustand die interne Verlagerung der Proto- « plasma-fäden (Zelltheilung, amöboide Bewegung) bedingt, « andererseits aber das Bildungsmaterial für die Differenzi- « rung sämmtlicher contractiler Organe abgiebt. » (pag. 383).

Koltzoff invece (43), dallo studio della forma degli spermatozoi nei Crostacei decapodi e dalla disposizione che i mitocodrì contraggono in rapporto con essa, tenuto conto della mancanza di movimento in questi spermatozoi, è piuttosto indotto a ritenere che essi, pur considerandoli come elementi formativi della cellula, servano a formare il suo scheletro e quindi a darle una forma definita.

Meves (56), mettendo in rapporto questa ipotesi con la presenza di condriomiti negli spermatociti dell'ape, con la loro posizione e con uno speciale modo di gemmazione, non è alieno dall'ammettere « dass Chondromiten, indem « sie am demjenigen Ende, welches sich bildenden Knospe « zugekehrt ist, Forsätze vorstrecken, die Vortreibung der « Knospe, wenn nicht bedingen, so doch wenigstens erleich- « tern. » Tuttavia si affretta giustamente ad aggiungere: « Man vermag allerdings nicht recht einzusehen, wie die « Chondromiten selbst Halt in der Zelle gewinnen können » (p. 479).

Quanto a noi, senza negare valore alle ipotesi di Benda e di Koltzoff, dobbiamo confessare che non abbiamo osservato nulla che ci autorizzi ad attribuire nel caso nostro nessuna delle due suddette funzioni ai mitocondrì. Abbiamo bensì in molti spermatidi osservato la presenza nel paranucleo di un filamento ravvolto a gomitolo simile a quello della fig. 19, filamento che si colora intensamente in azzurro come i mitocondrî, e che forse diventa poi il filamento assile dello spermatozoo, ma non abbiamo per ora prove nè sufficienti nè abbastanza irrefragabili per asserire con sicurezza la cosa.

Chi volesse giudicare dalle apparenze potrebbe forse arguire dalla forma del fuso mitocondriale e dal suo allungarsi a mano a mano che la divisione cellulare procede, che i condriomiti hanno per effetto di spingere i due nuclei verso i due poli della cellula. Ma, sebbene, come si è visto, il risultato sia veramente tale, sarebbe puerile il credere che questa debba considerarsi come una funzione dei mitocondrî.

Noi crediamo perciò, dato che i mitocondrî sono elementi costitutivi della cellula, che essi abbiano la principale funzione di contribuire con la loro presenza alla formazione di quel determinato sistema simbiotico di biomori dalla cui vita deve scaturire la vita della cellula, nello stesso modo che dalla vita dei singoli elementi cellulari dei Metazoi risulta la vita di tutto l'individuo. La loro funzione principale è dunque essenzialmente chimica, come chimica è quella dei cromosomi e di tutti gli altri biomori. Il che non impedisce tuttavia che, in casi determinati e speciali, essi assumano una funzione secondaria, la quale potrà dipendere, sia dal loro modo di aggregarsi, sia dalle loro peculiari proprietà, nello stesso modo che nei Metazoi esistono cellule speciali che, pur contribuendo con il loro metabolismo alla vita dell'individuo, funzione questa essenziale, godono tuttavia di proprietà e strutture che li pongono in grado di compiere altre funzioni secondarie.

Ma dal modo di comportarsi dei mitocondrî, specialmente nella divisione, noi siamo come Benda e Meves già fin d'ora convinti che ci troviamo in presenza di nuovi elementi costitutivi della cellula, di nuovi granuli viventi, di biomori, altrettanto importanti per l'individualità della cellula, per la sua vita e per le sue manifestazioni vitali quanto lo sono i cromioli, granuli elementari viventi dei cromosomi.

Per questo noi crediamo di potere in base alle nostre osservazioni giungere alle seguenti principali

Conclusioni.

1.° — *Nelle cellule seminali maschili di* Pamphagus marmoratus *Burm. esistono i mitocondrî che si colorano nel modo caratteristico con il metodo di* **Benda**.

2.° — *Anche le nostre osservazioni, messe in rapporto con quelle di altri Biologi precedenti, ci permettono di escludere in modo assoluto che essi sieno artefatti dovuti ai liquidi fissatori o ad altri reagenti. Per il loro modo di comportarsi e per i fenomeni fissi e costanti cui dànno origine nella cellula, specialmente durante la sua divisione, noi escludiamo pure che possa trattarsi di granuli di secrezione e abbiamo una forte convinzione, d'accordo con* **Benda** *e* **Meves** *che, per lo meno i mitocondrî delle cellule germinative, siano granuli viventi, veri biomori speciali, costitutivi della cellula, e quindi capaci di trasmettersi di generazione in generazione cellulare.*

3.° — *Esiste un parallelo perfetto tra il modo di aggregarsi di questi granuli e quello dei cromioli, in fasi diverse del ciclo vitale della cellula. In tutte e due queste sorta di granuli i modi di aggregazione sono tre: il condriosoma, a cui corrisponde il cromosoma, ammasso compatto di granuli; i condriomiti, a cui corrispondono i filamenti dello spirema, o cromomiti cioè granuli in catenelle; i mitocondrî, a cui fanno riscontro i cromioli, granuli liberi e sciolti. Condriosomi e condriomiti, come cromosomi e cromomiti sono formazioni morfologiche temporanee. I soli granuli elementari che li formano, mitocondrî e cromioli, sono persistenti.*

4.° — *I mitocondrî nella divisione cellulare non si comportano passivamente, come generalmente oggidì si crede. Essi sono invece la sede di un fenomeno attivo che conduce alla loro divisione in due parti uguali, analogamente a quanto si osserva per il nucleo.*

5.° — *Il principio fondamentale su cui è basata l'interpretazione della citodieresi presentata da* **Giglio-Tos**, *cioè l'orientamento biomorico, ci dà spiegazione esauriente e minuta anche dei fenomeni della divisione dei mitocondrî. Questa* *divisione, che noi chiamiamo condriodieresi, è la conseguenza diretta della condriotassi, cioè dell'orientamento dei mitocondrî.*

6.º — *La divisione della cellula è dunque il risultato, stando alle nostre attuali conoscenze, di tre divisioni successive: la cariodieresi, la condriodieresi e la citodieresi.*

7.º — *Nelle divisioni di maturazione dello spermatocito si osservano nei condriosomi fenomeni che corrispondono esattamente e sostanzialmente a quelli dei cromosomi.*

8.º — *Nella profase dello spermatocito di 1.º ordine esiste sostanzialmente una tetadre di condriosomi, sebbene morfologicamente non visibile.*

9.º — *In ogni spermatocito di 2.º ordine esiste una diade di condriosomi, ben distinta, anche morfologicamente.*

10.º *In ogni spermatide esiste un condriosoma unico, il paranucleo (Nebenkern).*

⁂

Noi speriamo con questo lavoro di aver portato un contributo non spregevole alla conoscenza del condrioma, di questa nuova interessante parte della cellula, e di aver dato alla questione un indirizzo che potrà essere discusso, ma che speriamo e ci auguriamo possa dare buoni frutti per le future ricerche. Queste diranno fino a quel punto possano essere generalizzate le conclusioni a cui noi siamo arrivati partendo dalle nostre osservazioni personali.

Finito il 27 maggio 1908.

BIBLIOGRAFIA

1. Ancel P., Les corps intracytoplasmiques dans l'oocyte d'Helix (Nota prélimin.). *Comp. ren. Soc. Biol.,* t. 54, n. 27, 1902.
2. Id., Histogénèse et structure de la glande hermaphodite d'Helix pomatia. *Arch. de Biol.,* t. 19, 1903.
3. Arnold J., Plasmosomen, Granula, Mitochondrien, Chondriomiten und Netzfiguren. *Anat. Anz.,* Bd. XXXI, 1907, pp. 640-648.
4. Id., Supravitale Färbung Mitochondrien ähnlichen Granula in den Knorpelzellen nebst Bemerkungen über die Morphologie des Knorpelglykogens. *Anat. Anz,* Bd. XXXII, 1905, pp. 361-366.
5. Balbiani G., Mémoire sur la génération des Aphides. *Ann. Sc. nat. Zool.* 5e sér. t. XI, 1869, p. 5-89.
6. Ballowitz E., Ueber das Epithel der Membrana elastica posterior des Auges, seine Kerne und eine merkwürdige Struktur seiner grossen Zellsphären. *Arch. f. mikrosk. Anat.,* Bd. 56, 1900, pp. 230-291.
7. Baumgartner W. J., Spermatid Transformations in Gryllus assimilis, with special reference to the Nebenkern. *Kansas University Science Bull.,* vol. I, n. 2, 1902.
8. Benda C., Weitere Mittheilungen über die Mitochondria. *Verh. d. phys. Gesellsch. zu Berlin. Jahrg.,* 1898-1899. *Arch. f. Anat u. Phys., Phys Abth.,* 1899, pp. 376-383.
9. Id., Die Mitochondrienfärbung und andere Methoden zur Untersuchung der Zellsubstanzen. *Verh. d. Anat. Gesells. zu Bonn* 1901, pp. 155-174.
10. Id., Die Mitochondria. *Ergebnisse d. Anat. u. Entwickelungsg.* Bd. XII, 1902, pp. 743-781.
11. Bluntschli H., Beobachtungen am Ovarialeier der Monascidie Cinthia microcosmus. *Morph. Jahrb,* Bd. 32, 1904, p. 391.
12. Bouin M. e P., Sur la présence de filaments particuliers dans le protoplasme de la cellule-mère du sac embryonnaire des Liliacées. *Bibliogr. Anat.,* t. VI, 1898, pp. 1-10.
13. Id., Sur la présence de formations ergastoplasmiques dans l'oocyte d'Asterina gibbosa (Farb.) *Bibliogr. Anat.,* t. VI, 1898, pp. 53-62.
14. Id., Sur la présence et l'évolution des formations ergastoplasmiques dans les cellules séminales de Lithobius forficatus (Lin.). *Bibliogr. Anat.,* t. VII, 1899, pp. 141-150.
15. Brunn (von) A., Beiträge zur Kenntniss der Samenkörper und ihrer Entwickelung bei Säugethieren und Vögeln. *Arch. f. mikros. Anat.* Bd. 23, 1884, pp. 108-132.
16. Bütschli O., Vorläufige Mittheilung über Bau und Entwicklung der Samenfaden bei Insecten und Crustaceen. *Zeitsch. f. wiss. Zool.* Bd. 21, 1871, pp. 402-415.

17. Id., Nähere Mittheilungen über die Entwicklung und den Bau der Samenfäden der Insecten. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. 21, 1871, pp. 526-534.
18. Czermak N., Die Mitochondrien des Forelleneies. *Anat. Anz.* Bd. XX, 1901, pp. 158-160.
19. Depdolla Ph., Untersuchungen über die Spermatogenese von Lumbricus terrestris. *Zool. Anz.* Bd. 28, 1905, pp. 545-557.
20. De Somer E., Les premiers stades de la vitellogénèse dans l'ovule de la poule. *Ann. Soc. de Médecine de Gand,* t. 85, 1905. p.55.
21. D'Hollander F., Les « Pseudochromosomes » dans les oogonies et les oocytes des oiseaux *Bibl. anat.,* t. XIII, 1904, p. 1-7.
22. Duesberg J., Der Mitochondrial-Apparat in den Zellen der Wirbeltiere und Wirbellosen. *Arch. mikr. Anat.* Bd. 71, 1907, pp. 284-296.
23. Id., Sur l'existence de mitochondries dans l'œuf et l'embryon d'Apis mellifica (Communication préliminaire). *Anat. Anz.* Bd. 27, n. 9-10, 1908, pp. 261-265.
24. Fick R., Betrachtungen über die Chromosomen: ihre Individualität, Reduction und Vererbung. *Arch. fur Anat. u. Phys., Anat. Abth. Suppl.*, 1905.
25. Fischer A., Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas. Jena. 1899.
26. Garnier C., Les filaments basaux des cellules glandulaires. *Bibliogr. anat.,* t. V, 1897, pp. 278-289.
27. Giglio-Tos E., Sulle granulazioni degli eritrociti nei girini di taluni anfibi. *Anat. Anz.,* Bd. XII, 1896, pp. 321-334.
28. Id., Un'interpretazione dell'assimilazione e della riproduzione. *Boll. dei Musei di Zoologia e di Anat. comp. della R. Università di Torino,* vol. XIV, 1899, n. 353.
29. Id., Les Problèmes de la Vie. I^{e} partie. La substance vivante et la cytodiérèse. Turin, 1900.
30. Id., Les Problèmes de la Vie. III^{e} partie. La fécondation et l'hérédité. Cagliari, 1905.
31. Id., L'eredità negli organismi e l'interpretazione chimica della vita. *Biologica,* vol. I, 1908, pp. 529-549.
32. Goldschmidt R., Der Chromidialapparat lebhaft funcktionirender Gewebezellen. *Zoolog. Jahrb. Abth. f. Anat. und Ontog.* Bd. 21, 1904. — *Biol. Centralbl.*, Bd. 24, 1904, (Vorläuf. Mitth.).
33. Id., Die Chromidien der Protozoen. *Arch. f. Protistenkunde.* Bd. V, 1904.
34. Id. und Popoff M., Die Karyokinese der Protozoen und der Chromidialapparat der Protozoen-und Metazoenzellen. *Arch. f. Protist.*, Bd. VIII, 1907.
35. Häcker V., Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. *Ergebnisse und Fortschitte der Zoologie*, Bd. I, Heft. 1, Jena 1907.

36. Hatschek B., Hypothese der organischen Vererbung — Leipzig, W. Engelmann, 1905.

37. Heidenhain M., Ueber die Zentralkapseln und Pseudochromosomen in den Samenzellen von Proteus sowie ihr Verhältniss zu den Idiozomen, Chondromiten und Archoplasmaschleifen. *Anat. Anz.* Bd. 18, 1900, pp. 513-550.

38. Id., Plasma und Zelle — Jena, I Liefer., 1907.

39. Henking H., Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insecten — I! Ueber Spermatogenese und deren Beziehung zur Eientwicklung bei Pyrrhocoris apterus L. *Zeitschr. f. wiss. Zool.,* Bd. 51, 1891.

40. Hertwig R., Encystierung und Kernvermehrung. *Festschr. f. Kupffer,* 1899.

41. Id., Die Protozoen und die Zelltheorie. *Arch. f. Protistenkunde.* Bd. I, 1902.

42 Holmgren N., Ueber den Bau des Hoden und die Spermatogenese von Silpha carinata. *Anat. Anz.* Bd. 22, 1902, pp. 194-206 (Vorl. Mitth.).

43. Koltzoff N., Studien ueber die Gestalt der Zelle — I. Untersuchungen über die Spermien der Decapoden als Einleitung in das Problem der Zellengestalt. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 67, 1906.

44. Korschelt E. und Heider K., Lehrbuch der vergeich. Entwickelungsges. d. wirbellosen Thiere. Allgem. Th. I Lief. — Jena, 1902.

45. Lams H., Contribution à l'étude de la génèse du vitellus dans l'ovule des Téléostiens. *Arch. d'Anat. micros.,* t. 6, 1904, pp. 633.

46. Id., Le corps vitellin de Balbiani et la masse vitellogène dans l'oocyte de Rana temporaria. *Verhandl. Anat. Gesells.* 1906 pp. 169-286.

47. Id., Démonstrations concernant quelques-unes des premières phases du développement de l'œuf chez la Souris blanche et le Cobaye. *Comp. rend. Ass. Anat.* 1906, pp. 145-147.

48. Id. et Doorme J., Nouvelles recherches sur la maturation et la fécondation de l'œuf des Mammifères *Arch. de Biol.,* t. XXIII, 1907, pp. 259-365.

49. La Valette St. George, Ueber die Genese der Samenkörper, II Mitth. *Arch. f. mikrosk. Anat.* Bd. 3, 1867.

50. Id., Ueber die Genese der Samenkörper. *Arch. f. mikr. Anat.,* Bd. 10, 1874, pp. 495-504.

51. Id., Spermatologische Beiträge, II Mitth. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 27, 1886, pp. 1-12.

52. Levi G., *Monit. Zool. Sunti e Riviste,* vol. XVIII, 1907, n. 8 pp. 212-213.

53. Id., Risposta al Prof. Achille Russo. *Monit. Zool.,* vol. XVIII, 1907, n. 9, pp. 248-250.

54. Meves F., Ueber den von la Valette St. George entdeckten

Nebenkern (Mitochondrienkörper) der Samenzellen. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 56, 1900, pp. 553-606.

55. Id., Ueber das Vorkommen von Mitochondrien, bezw. Chondromiten in Pflanzenzellen. *Berich. der deutsch. Bot. Gesells.*, Bd. XXII, 1904, pp. 284-286.

55bis. Id., Die Chondriokonten in ihrem Verhältniss zur Filarmasse Flemmings. *Anat. Anz.*, Bd XXXI, 1907, pp. 561-569.

56. Id., Die Spermatocytenteilungen bei der Honigbiene (Apis mellifica L.) nebst Bemerkungen über Chromatinreduktion. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 70, 1907, pp. 414-491.

57. Id., Ueber Mitochondrien bezw. Chondriokonten in den Zellen jungen Embryonen (Vorläuf. Mitth.). *Anat. Anz.*, Bd. 31, 1907, pp. 399-407.

58. Id. und Duesberg J., Die Spermatozytenteilungen bei der Hornisse. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 71, 1908.

59. Pacaut M. et Vigier P., Notes cytologiques sur les glandes salivaires d'Helix pomatia. 1. Formation chromophiles (ergastoplasme, chondriomites). *Verhand. Anat. Gesells.* 1905.

60. Popoff M., Zur Frage der Homologisierung des Binnennetzes der Ganglienzellen mit den Chromidien (=Mitochondria, etc.) der Geschlechtszellen. *Anat. Anz.*, Bd. 19, 1906, pp. 249-258.

61. Id., Eibildung bei Paludina vivipara und Chromidien bei Paludina und Helix. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 70, 1907, pp. 43-129.

62. Prenant A., Observations cytologiques sur les éléments séminaux de la Scolopendre (Scolopendra morsitans Gerv.) et de la Lithobie (Lithobius forficatus). *C. R. Soc. Biol.* Paris (8), t. 4, 1887, pp. 537-539 (Comun. prélim.), — *La cellule*, t. 3, 1888, pp. 415-442.

63 Prowazek S., Ein Beitrag zur Krebsspermatogenese. *Zeits. f. wiss. Zool.*, Bd. 71, 1902, pp. 445-456.

64. Russo A., Sulla origine e sulla funzione dell'apparato mitocondriale nelle cellule sessuali dei Mammiferi. *Boll. Acc. Gioenia di Sc. Nat.*, Catania, fasc. II, serie 2.^{a}, 1908.

65. Id., Sull'origine dei Mitocondri e sulla formazione del deutoplasma nell'oocite di alcuni mammiferi. *Rendic. Acc. Lincei*, vol. XVI, 1907, serie 5.^{a}, fasc 4.^{o}, pp. 292-296.

66. Schreiner A. und K. E., Zur Spermienbildung der Myxinoiden (Ueber die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von Myxine glutinosa L.). *Archiv für Zellforschung*, Bd. I, Heft I, Leipzig 1908, pp. 152-231.

67 Sjövall E., Ein Versuch, das Binnennetz von *Golgi-Kopsch* bei der Spermato -- und Ovogenese zu homologisieren *Anat. Anz.*, Bd. XVIII, 1906, pp. 561-579.

68. Sykes M. G., Nuclear division in Funkia. *Archiv. für Zellforschung*, Bd. I, 1908, pp. 380-398.

69. Trinci G., Studii sull'oocite dei Celenterati durante il periodo

di crescita. *Arch. Anat. Embriol.*, vol. V, fasc. 4°, 1906, p. 533-666.
70. Van der Stricht O., Les « Pseudochromosomes » dans l'oocyte de Chauve souris. *Compt. rend. Ass. Anat.*, 1902.
71. Id., La structure de l'œuf des Mammifères. *Arch. de Biol.*, t. XXI, 1904.
72. Id., La structure de l'œuf des Mammifères. IIe partie, Structure de l'œuf ovarique de la femme. *Bull. Acad. roy. de Médec. de Belgique*. 1905.
73. Voinov D. N., La spermatogénèse d'été chez le Cybister Roeselii. *Arch. Zool expérim.* (4), t. I, 1903, pp. 173-260.
74. Wagner J., Beiträge zur Kenntniss der Spermatogenese bei den Spinnen. *Travaux de la Soc. imp. des Naturalistes de St. Pétersbourg. Sect. Zool. Phys.*, vol. XXVI 1896, pp. 81-98.
75. Waldeyer W., Die Geschlechtszellen. *Handbuch der vergleich. u. experim. Entwickelungslehre der Wirbeltiere,* I Bd., I Theil. I Hälfte. Jena 1906, pp. 86-476.
76. Wassilieff A., Die Spermatogenese von Blatta germanica. *Arch. mikr. Anat.*, Bd. 70, 1907, pp. 1-42.
77. Wiedersperg (von) G., Beiträge zur Entwickelungsges. der Samenkörper *Arch. f. mikr Anat.*, Bd. 25, 1885, pp. 113-136.
78. Vilcox E. V., Further Studie on the Spermatogenesis of Caloptenus femur-rubrum. *Bull. of the Mus. of. comp. Zool. Harward College,* vol. 29, 1896, pp. 193-203.
79. Wilke G., Die Spermatogenese von Hydrometra lacustris L. *Jenaisch. Zeitschr. f. Naturwiss.*, Bd. 42, 1907, pp. 669-720.
80. Winiwarter (von) H., Recherches sur l'ovogénèse et l'organogénèse de l'ovaire des Mammifères (lapin et homme). *Arch. Biol.*, t. XVII, 1900, p. 33.
81. Ziegler H. E., Ueber Furchung unter Pressung. *Verhand. d. anat. Gesells.*, 1894, p. 132.
82. Zweiger H., Die Spermatogenese von Forficula auricularia L., *Jenaisch. Zeitschr. f. Naturwiss*, Bd. 42, 1906, pp. 143-172 e in *Zool. Anz.*, Bd 30, 1906, pp. 220-226.

Spiegazione delle figure della Tav. II.

Cellule sessuali maschili di *Pamphagus marmoratus (Burm).*

Fissazione e colorazione secondo il metodo di Benda modificato (v. Meves e Duesberg, 1907).

La fig. 1 fu ottenuta con lo *Zeiss apocrom. imm. omog. 2 mm. (apert. 1,30)*, tubo evag 160, ocul. comp. 8; tutte le altre con l'ocul. comp. 12; furono disegnate con la camera lucida *Abbe* (nuovo modello) con proiezione sul tavolo da lavoro. (Ingrandimento con l'ocul. 8 circa 1750, con l'ocul. 12 circa 2625).

Per la spiegazione delle figure vedasi nel testo da pag. 8 a pag. 18.

« Biologica » Vol. II — N. 5

Istituto di Zoologia, Anatomia e Fisiologia comparate della R. Università di Messina
diretto — anno 1905-1906 — dal Prof L. Sanzo

Antonino CAPUA-GIUFFRÈ
Dott. in Med. e Chir., Dott. in Scienze Naturali

Contributo alla conoscenza della spermatogenesi della PHYLLIRHOË BUCEPHALA

(Tav. III)

Avevo intrapreso l'esame istologico della glandula genitale della *Phyllirhoë bucephala* allo scopo di ricercare quali fossero i rapporti tra le cellule follicolari e gli oociti, ma fin dalle prime osservazioni, essendo questo mollusco ermafrodita, la mia attenzione fu richiamata dagli elementi spermatici, specialmente per il fatto che gli spermatozoidi maturi si dimostravano nella glandula sempre in fasci ben distinti colle teste tutte allineate e rivolte verso la parete e le code dalla parte opposta. Inoltre risaltava subito nelle varie sezioni, anche ad un occhio poco esperto, la disposizione a gruppi di elementi che non potevan riferirsi agli oociti, ed in particolar modo il fatto che le cellule appartenenti alla stessa colonia dimostravano identici caratteri citoplasmatici e nucleari.

Ho pensato allora che lo studio della spermatogenesi nella *Phyllirhoë* avrebbe potuto gettare in qualche modo un po' di luce sulla controversa questione dell'origine dei fasci spermatici non solo degli Invertebrati ma anche dei Vertebrati.

Confortato da quest'idea, nonchè dalla mancanza di qualsiasi lavoro di questo genere sulla *Phyllirhoë* mi sono accinto all'opera e credo di non aver fatto cosa inutile.

Il materiale, che ha formato l'oggetto del presente lavoro, è stato raccolto nel porto di Messina durante i mesi di gennaio a maggio dell'anno 1906, e da me studiato nello stesso anno nel laboratorio dell'Istituto zoologico della R. Università di Messina diretto dall'egregio prof. Luigi Sanzo, che sento il dovere di ringraziare di cuore per i consigli e gli aiuti prestatimi.

Per i preparati permanenti mi son servito del metodo delle sezioni. Ho adoperato come fissativi il sublimato acetico ed il liquido di Flemming. Però ho avuto i migliori risultati dalla fissazione col sublimato acetico e colorazione *in toto* col carminio boracico o coll'emateina. Osservo ancora che anche il processo di Heidenhain mi ha giovato in questo studio.

Divido il trattamento della materia nelle seguenti parti: 1.°) glandula genitale della *Phyllirhoë bucephala: a)* conformazione esterna, rapporti e vascolarizzazione - *b)* struttura; 2.°) spermatogenesi: *a)* esame dei fatti - *b)* ricostruzione del ciclo evolutivo degli spermatozoidi; 3.°) riassunto e conclusione.

I. — La glandula genitale della « Phillirhoë bucephala »

a) *Conformazione esterna, rapporti e vascolarizzazione.*

La glandula genitale della *Phyllirhoë bucephala,* ordinariamente dupplice, si trova situata nella cavità generale del corpo, e precisamente nella regione compresa fra l'ano, la coda ed i ciechi epatici posteriori, coi quali contrae dei rapporti più o meno immediati.

Ha una forma ellissoidale, a grande asse trasversale, alquanto schiacciata dall'alto al basso sul margine anteriore, ove si riscontra l'ilo dell'organo, che si continua col dutto escretore

La superficie della glandula si dimostra bernoccoluta per le numerose escrescenze rotondeggianti formate dai follicoli ovulari che la rivestono quasi per intero dandole un caratteristico aspetto moriforme.

Le dimensioni ed il volume dell'organo variano naturalmente collo sviluppo dell'animale, cosicchè da glandule piccolissime, che misurano nel loro diametro massimo qualche frazione di millimetro, si va per gradi a glandule che misurano circa 2 mm.

Importa notare ancora come sia provveduto alla irrorazione sanguigna dell'organo. A tale scopo il tronco posteriore dell'aorta, giunto al punto di confluenza dei dutti escretori, provenienti dalle due glandule, si divide in due rami, ciascuno dei qual segue da vicino il dutto rispettivo fino all'ilo dell'organo, dove ognuno di essi si suddivide in due rami terminali che si addossano l'uno alla parete superiore, l'altro alla parete inferiore della glandula. Questi ultimi rami però, dopo nn brevissimo percorso, perdono la loro individualità, risolvendosi in una membranella discontinua, la quale, rinforzata da elementi connettivali, ricopre tutto l'organo. Si viene così a costituire una lacuna periglandulare, che potremmo chiamare arteriosa, restando in tal modo assicurato un abbondante flusso di materiali nutritivi e specialmente di ossigeno, che sono necessari ed in quantità notevole per il metabolismo degli elementi germinali in via di evoluzione.

b) *Struttura della glandula.*

La glandula riproduttrice della *Phyllirhoë* risulta essenzialmente costituita di *lobuli* (fig. 1 *a*) e di *follicoli* (fig. 1 *b, c, d*).

I follicoli contengono sempre ed esclusivamente oociti, in numero variabile e più o meno ricchi di deutoplasma, dentro una specie di saccoccia formata dall'epitelio follicolare (fig. 1 *d*) e sono legati ai lobuli per mezzo di brevi peduncoli (fig. 1 *e*).

I lobuli sono degli infundiboli sacciformi, più o meno regolari, in numero limitato, ma molto più grandi dei follicoli. Essi si aprono ampiamente nella cavità dell'organo, e sono intimamente addossati gli uni agli altri in modo che spesso i solchi interlobulari (fig. 1 *f*) diventano semplicemente virtuali.

È molto importante notare che i follicoli ovulari si trovano soltanto sulla parte libera (fig. 1) della superficie esterna dei lobuli. Insomma la parete del lobulo, dov'essa limita i solchi, non produce follicoli nè ooci liberi, probabilmente per la mancanza di spazio libero necessario alla loro evoluzione e per la relativa insufficienza di nutrizione.

Questi dati risultano chiari osservando le sezioni microscopiche massime della glandula. In queste, come nella fig. 1, si vedono sempre i follicoli ovulari formare come una corona attorno ai lobuli, che a loro volta stanno l'uno a ridosso dell'altro.

Tralasciando di parlare dei follicoli ovulari, tocco per ora brevemente della struttura del lobulo. Esaminando moltissime sezioni microscopiche, specialmente quelle in cui il taglio al microtomo è capitato secondo uno dei piani principali del lobulo o normalmente ad esso, vi si possono riconoscere abbastanza bene due ordini di cellule: uno esterno costituente la parete propria del lobulo (fig. 2 *p*), ed uno interno formato dalle cellule germinali (fig. 2 *cg*) e loro derivati.

Le cellule costituenti la parete propria del lobulo sono elementi epiteliali piatti, a limiti non ben definiti, con nucleo e nucleolo anch'essi appiattiti. Esse formano una sottile membranella (fig. 2 *p*) continua, ad un solo strato, di spessore uniforme, che si prolunga sui follicoli ovulari costituendo l'epitelio follicolare, e nei lobuli peri-ilari si continua direttamente coll'epitelio, che, quasi da solo, forma a livello dell'ilo la parete della glandula. Questi elementi dimostrano, specialmente in talune regioni (solchi interlobulari, ilo), una notevole ricchezza di granuli pigmentarî di color bruno-giallastro. A questi granuli di pigmento intracellulare è dovuto il color bruno-rossastro che dimostra la glandula nell'animale vivo, specialmente nella sua parte centrale.

Internamente alla parete propria del lobulo e addossati alla medesima si osservano gli elementi germinali e le colonie cellulari che ne derivano, colonie che sono differenti tra loro per forma, aspetto e caratteri nucleari dei singoli componenti. Ma delle cellule germinali e dei diversi stadî della loro evoluzione per giungere agli spermatozoidi maturi dirò più dettagliamente in seguito.

II. — Spermatogenesi.

La questione della spermatogenesi in generale è stata e sarà ancora una di quelle più dibattute e controverse.

Moltissimo fu dibattuta specialmente a proposito dei mammiferi, ed ancora non si è venuto ad un accordo completo sulla reale successione dei varî stadi evolutivi degli elementi spermatici in questi animali. La ragione principale di tale discordanza sta nella difficoltà dello studio, trovandosi nello stesso tubulino seminiparo elementi differenti, fra i quali non è sempre agevole rilevare il legame genetico. La controversia fondamentale riguarda la genesi, la funzione ed i rapporti della cellula di Sertoli cogli spermatozoidi.

Il Duval, dopo aver esposto le varie opinioni antiche e moderne circa la genesi ed il significato della cellula di Sertoli e degli spermatoblasti, viene alla teoria, da lui accettata, che esista un solo ciclo evolutivo degli elementi spermatici dei mammiferi dalla cellula parietale del tubo seminiparo alla cellula di Sertoli portante il fascio di spermatozoidi maturi. Le cellule parietali, moltiplicandosi per dare origine agli spermatoblasti, non perderebbero mai la loro connessione colla parete. La cellula di Sertoli avrebbe quindi origine da una cellula parietale e sarebbe connessa perciò da una parte alla parete del tubulo e dall'altra ad un gruppo di spermatoblasti; il suo nucleo (basale) sarebbe uno dei nuclei della cellula di Henle.

Il Duval però aggiunge che la suddetta teoria, che sembra del resto la più verosimile, viene confermata dagli studi e dalle osservazioni sugli Invertebrati e sui Vertebrati inferiori, perchè in essi è molto più facile seguire passo passo il processo spermatogenetico, succedendo ad un periodo di attività un altro di riposo della glandula. Però, se le osservazioni fossero così agevoli come farebbe credere il

Duval, sia negli Invertebrati che nei Vertebrati inferiori, non ci sarebbe più ragione di discordanza almeno in questi animali.

In realtà quando si osservi una sezione di glandula genitale di un animale adulto, si trovano, gli uni accanto agli altri, elementi seminali a vario grado di evoluzione. È ben vero che in questi casi lo studio è agevolato dalle osservazioni sugli esemplari giovani, ma ciò fino ad un certo punto. E poi è da notare che questo lieve grado di agevolazione è neutralizzato negli animali ermafroditi, o per lo meno in taluni di essi, dalla difficoltà di discernere le varie forme cellulari appartenenti al ciclo evolutivo dello spermatozoide da quelle che sono da riferirsi al ciclo evolutivo dell'oocite.

Questo sarebbe il caso della *Phyllirhoë bucephala* e di molti altri animali ermafroditi.

a) *Esame dei fatti.*

Se esaminiamo al microscopio una sezione di glandula genitale di *Phyllirhoë bucephala* adulta, eseguita normalmente o meglio ancora secondo uno dei piani principali di qualcuno dei suoi lobuli, possiamo distinguere in essa, a prescindere dalle cellule che costituiscono la parete propria del lobulo, i seguenti elementi:

1.° *Cellule germinali indifferenti* (fig. 2 *cg)* piccole, rotondeggianti, impiantate direttamente sulla parete propria del lobulo Questi piccoli elementi sono ridotti quasi al solo nucleo che misura 6 μ, mentre la cellula in toto misura da 6,5 a 7 μ. Il nucleo è quasi sferico, con rete nucleare molto fitta, intensamente colorato specialmente nei punti nodali della rete, mentre il citoplasma forma un sottilissimo straterello che ricovre il nucleo e fa aderire la cellula alla parete del lobulo.

Questi elementi si distinguono essenzialmente da quelli della parete lobulare (fig. 2 *p*) perchè questi ultimi non hanno limiti ben netti, ed il loro nucleo è appiattito, allungato, meno colorato e con grosso nucleolo.

Tali elementi sono però più abbondanti nelle *Phyllirhoë* giovanissime anzichè nelle adulte. Essi non formano uno strato continuo, essendo interposti fra di loro gli elementi che seguono.

2.°) *Cellule a rosetta (spermatogoni).* Sono cellule (fig. 3 *cr)* molto simili alle precedenti per i loro caratteri, ma un po' più piccole; infatti il loro nucleo, pure sferico, misura da 4,5 a 5 μ. Se ne distinguono ancora perchè sempre aggruppate in numero per lo più di 16 o 32. Il loro citoplasma è scarsissimo, ma ciò nonostante in qualcheduna si riesce talora ad osservare a forte ingrandimento un brevissimo cono citoplasmatico diretto verso il centro del gruppo. Anche qui la rete nucleare si mostra fitta ma un po' più e più intensamente colorata che nelle cellule germinali. A farla apparire tale la rete nucleare, vi contribuiscono i numerosi granuli cromatici più o meno grossi contenutivi. Non si scorge un vero e proprio nucleolo.

Queste cellule, così aggruppate ed addossate alla parete lobulare, formano delle rosette, delle piccole morule, che, per la esiguità del citoplasma, sembrano costituite da soli nuclei fortemente colorati. La piccola morula da esse formata può ritenersi omologa al follicolo spermatico degli Anellidi.

La posizione e la struttura di questi elementi parlano molto chiaro della loro relazione colle precedenti cellule.

3.°) *Spermatotici primitivi* (fig. 4-5). Sono delle cellule abbastanza grosse, e vi si distinguono bene il citoplasma, il nucleo ed il nucleolo.

Hanno forma conica, molto allungata e più o meno diritta, e misurano circa 30 μ in lunghezza. L'estremità basale della cellula è occupata dal solo nucleo. Questo è sferico e misura 8 μ di diametro; la sua struttura è finamente reticolare, e nel suo interno si vede un nucleolo. Dalla parte opposta a quella del peduncolo citoplasmatico il nucleo è rivestito da un esile straterello di protoplasma che si continua poi con quello del resto della cellula.

In alcune sezioni, anzi in molte, si osservano elementi perfettamente simili a quelli ora descritti riguardo ai caratteri ed alle dimensioni del nucleo e del nucleolo, nonchè per il rivestimento del nucleo da parte di un esile velo citoplasmatico, ma non vi si scorge il peduncolo. Tali elementi si possono ricondurre a quelli sopra descritti, perchè, tenuto conto dei caratteri positivi, la mancanza del peduncolo si spiega bene supponendo che il taglio abbia interessato questi elementi in direzione obliqua rispetto al loro asse maggiore.

Ciò vale naturalmente per tutte le altre modalità nelle forme peduncolate che vedremo in seguito.

Un fatto poi molto importante negli spermatociti primitivi, ma che si osserva pure negli elementi susseguenti, si è che essi non sono disposti disordinatamente lungo la parete lobulare. ma formano degli aggruppamenti regolari in mezzo agli altri elementi. Dove il taglio è caduto opportunamente si possono vedere molti di questi elementi di uno stesso gruppo rivolti col nucleo verso la cavità del lobulo, mentre gli apici dei peduncoli convergono su di una colonnetta protoplasmatica (fig. 4-5 *t*) che li connette alla parete.

Però le cellule di un medesimo gruppo, pur essendo allo stesso stadio di accrescimento, non hanno il peduncolo di egual lunghezza, essendo esso più lungo negli elementi centrali, e gradatamente più breve nei più esterni. dimodochè viste nell'insieme in sezione longitudinale sembrano disposte come le stecche di un ventaglio aperto, le cui bacchette estreme fossero alquanto più corte delle mediane. Quando si esaminino però varie sezioni successive, si può agevolmente notare, eseguendo la ricostruzione di uno stesso gruppo, che questo assume nell'insieme la forma di una mezza sfera, essendo le basi delle cellule rivolte alla periferia, mentre i peduncoli citoplasmatici convergono sulla colonnetta protoplasmatica che rappresenta la cellula nutritizia del gruppo.

Un altro dato pure essenziale per questi elementi si è che se ne trovano di molto piccoli, e che per gradi insensibili si giunge a quelli più grossi. Sempre però quelli appartenenti allo stesso assembramento si dimostrano al medesimo stadio di accrescimento.

4.º) *Spermatociti secondarî* (figg. 6-7). Se ne possono distinguere tre ordini: *spermatociti con nucleo a granuli* *cromatici fini, spermatociti con nucleo a granuli cromatici medî e spermatociti con nucleo a granuli cromatici grossi.*

Tralascerò di considerare quelli a granuli medî rappresentando essi evidentemente degli stadi di passaggio dai primi agli ultimi.

a) Spermatociti con nucleo a granuli cromatici fini (fig. 6). Questi elementi somigliano molto ai precedenti. Hanno, come essi, forma conica allungata, ma sono un pocchino più grossi alla base. Il nucleo è sferico ed occupa pure la parte basale della cellula, misura da 8 a 9 μ, quasi come nei precedenti elementi, ma ha un aspetto differente. Esso è più ricco in sostanza cromatica, la quale è rappresentata da innumerevoli granuli piccolissimi, che sono collegati insieme da esili filamenti. Non si vede alcun nucleolo. Con questa apparenza finamente granulare della cromatina coincide un parziale rischiaramento del nucleo stesso, poichè i filamenti, che congiungono i diversi e numerosissimi granuli, formano nell'insieme un reticolo meno regolare ed a maglie più larghe di quelle del reticolo nucleare degli spermatociti primitivi.

Anche questi elementi si dimostrano in assembramenti che in sezione ricordano la disposizione a ventaglio, mentre in realtà formano come un'infiorescenza ad ombrella colla superficie fiorale molto convessa. Anzi tavolta gli elementi centrali sono più lunghi dei periferici, dimodochè la superficie che essi vengono a costituire colle loro basi riavvicinate ricorda meglio quella di un mezzo ellissoide alquanto allungato, che sia stato tagliato normalmente al suo asse maggiore, anzichè quella di mezza sfera.

Come negli spermatociti primitivi, i peduncoli conici citoplasmatici degli elementi di uno stesso gruppo si connettono alla parete del lobulo mediante un'unica cellula nutritivo-associativa.

È da osservare in fine come queste forme cellulari presentano nei diversi gruppi su per giù le medesime dimensioni; non vi si possono distinguere, come nei precedenti elementi, forme giovanili e forme adulte. Ciò è molto importante per la ricostruzione verosimile del processo spermatogenetico.

Da queste cellule si passa poi gradatamente, come ho già accennato, agli spermatociti con nucleo a granuli cromatici grossi (fig. 7), poichè scorrendo molte sezioni di preparati diversi, variamente colorati, si trovano spesso degli aggruppamenti di forme cellulari identiche in tutto alle qui descritte, fuorchè nell'aspetto del nucleo e precisamente nella configurazione della sua sostanza cromatica. Questa si dimostra in una quantità di granuli meno numerosi che negli spermatociti a granuli fini, ma per contro un po' più grossi.

b) Spermatociti con nucleo a granuli cromatici grossi (fig. 7). Si può ripetere per questi elementi ciò che si è detto per i precedenti, per ciò che riguarda la forma conica della cellula, la posizione basale del nucleo, gli assembramenti ed il modo di associazione di quelli appartenenti allo stesso gruppo.

Si osserva però che queste cellule si dimostrano un po' più raccorciate delle precedenti, ma più nutrite. Il nucleo o meglio lo spazio occupato dalla cromatina, poichè la membrana nucleare non si vede, misura 9 o 10 μ, un po' più cioè di quello dei precedenti elementi. Esso è sferico, a limiti netti, quantunque manchi la membrana, e lo straterello di citoplasma che lo circonda dalla parte libera dal peduncolo è più spesso di quello che si osserva nelle altre cellule peduncolate.

Ma il carattere differenziale più importante di questi elementi sta nella cromatina nucleare. Questa è rappresentata da granuli molto grossi, ma poco numerosi — se ne contano più o meno agevolmente una quindicina — a forma irregolarmente rotondeggiante. Essi sono disposti prevalentemente alla periferia del nucleo nel cui campo chiaro risaltano all'occhio. Non si vedono filamenti congiungenti questi granuli. Nemmeno in tali gruppi si notano forme giovanili.

5.°) *Spermatociti a condensazione cromatica* (fig. 8). Sono elementi che richiamano più degli altri l'attenzione dell'osservatore nei preparati colorati, perchè in essi la sostanza cromatica nucleare è condensata nella parte centrale della cellula (fig. 8 *m*) ed è circondata da uno strato di protoplasma ialino (fig. 8 *i*), probabilmente di origine nucleare, e perfettamente trasparente. Il loro citoplasma tingibile è molto scarso (fig. 8 *cy*) e forma attorno al ialoplasma un sottile straterello che si prolunga in un breve peduncolo conico dalla parte che guarda la parete del lobulo.

Queste cellule misurano da 16 a 20 μ di lunghezza, di cui 5 a 6 spettano al peduncolo, mentre alla base misurano 10 a 12 μ di larghezza. Il nucleo allo stato di completa condensazione è rotondeggiante e misura 4 μ di spessore.

Anche questi elementi quindi, come i precedenti, sono piriformi, ma più piccoli o meglio più raccorciati, con scarso citoplasma e peduncolo più sottile.

A proposito della sostanza cromatica e del suo condensamento è importante rilevare come con un'attenta e minuta osservazione si possa notare che essa risulta di una quantità di cromosomi che sembrano aggrovigliati insieme in modo inestricabile. Ciò è dimostrato dal fatto che in taluni punti la sostanza cromatica appare più addensata che in altri, e poi perchè dalla periferia della medesima si vedono sporgere delle piccole protuberanze che sembrano prolungarsi in forma di bastoncelli incurvati nell' interno della massa addensata.

A ciò si aggiunga che è facile osservare anche in una stessa sezione delle forme cellulari identiche alle qui descritte, per ciò che riguarda la configurazione esterna ed in parte della cromatina, ma questa è in forma di brevissime anse più o meno ben distinte, incurvate e ravvicinate nella parte centrale della cellula, e circondate da un sottile strato di ialoplasma.

In queste forme cellulari lo spazio occupato dalla cromatina misura un diametro di 6 μ, ed in talune anche di 5 μ, un po' più grande cioè di quello occupato dalla cromatina degli spermatociti descritti (4 μ).

Evidentemente tali cellule rappresentano uno stadio anteriore a quello degli spermatociti suddetti

Questi elementi, come i precedenti, si trovano sempre a gruppi addossati alla parete della glandula; e sempre gli elementi di uno stesso gruppo, i quali presentano i fenomeni nucleari tutti al medesimo stadio, sono associati da una unica cellula che li connette alla parete.

Importa rilevare ancora come nelle glandule, in cui si trovano spermatozoidi maturi od in via di maturazione, non mancano questi elementi insieme ai seguenti.

6.º) *Elementi in cinesi* (figg. 9-13). Questi, come i precedenti, si dimostrano a gruppi, e ciò che è caratteristico per essi si è che le cellule appartenenti allo stesso aggruppamento si trovano o tutte allo stadio della placca equatoriale e quindi col fuso più o meno ben distinto ovvero tutte in metafase od infine in anafase.

Le colonie formate da questi elementi non sono ben definite e regolari come quelle viste finora, nè è agevole vedere in tutti la forma a pera. Ma il fatto che esse mancano costantemente quando nella glandula non si trovano gli spermatociti a condensazione, mentre vi si trovano quando ci stanno e questi e le spermatidi (figg. 14-15), dimostra che i loro elementi rappresentano verosimilmente degli stadi di transizione dagli uni alle altre. Inoltre bisogna osservare che in alcuni di questi gruppi la sostanza cromatica di ciascuna cellula in divisione è doppia di quella che si osserva nelle cellule in cinesi di altre colonie; e lo stesso quasi si dica circa il volume delle rispettive cellule: infatti le une misurano 12-14 μ, con placca equatoriale quadrata di 4 μ, di larghezza; le altre invece misurano 8-12 μ, ed i loro nuclei figli sono lunghi ciascuno 3 μ. Si può dire quindi che le cellule più grosse (figg. 9-12 corrispondono agli spermatociti di I ordine, le più piccole (fig. 13) agli spermatociti di II ordine. Di più siccome in questi due ordini di elementi le cinesi si susseguono rapidamente l'una all'altra, è naturale che soltanto gli spermatociti di I ordine possano conservare in qualche modo la forma a pera, ciò che in realtà si osserva fig. 9), ma raramente, perchè negli spermatociti a condensazione, che, come vedremo, ne rappresentano il principio della profase, il peduncolo è di già assottigliato, e nella cinesi tutto il citoplasma è pure interessato, distribuendosi quasi per intero e regolarmente attorno al fuso ed alla placca equatoriale.

Gli spermatociti di II ordine si vedono più spesso a forma oblunga perchè frequentemente si trovano in anafase (fig. 13). Ciò perchè alla prima cinesi degli spermatociti di I ordine segue immediatamente quella degli spermatociti di II ordine, senza che i nuclei figli entrino in un periodo di riposo e con rapidità molto maggiore della prima.

Il citoplasma di questi elementi è uniformemente colorato dalle varie sostanze adoperate nella tecnica: non vi si trova più il ialoplasma degli spermatociti a condensazione cromatica.

Non ho potuto notare altri elementi in cinesi, diversi dai suddetti, coi quali potessero confondersi.

7.°) *Spermatidi* (figg. 14-15). Questi elementi formano dei gruppi più numerosi dei precedenti. Le forme giovani hanno il nucleo in forma di bastoncino incurvato come nei nuclei figli degli spermatociti di II ordine. Nelle forme adulte invece il nucleo assume una configurazione discoidale in modo da misurare 3 μ di diametro per 1,5 di spessore. La cellula in toto a questo stadio misura 6-8 μ.

Rotondeggianti sul principio e con nucleo centrale circondato da un piccolissimo alone di ialoplasma, assumono in seguito una forma allungata ed un po' schiacciata per la reciproca compressione, forma che poi si complica per la comparsa di un flagello. Quindi nei varî preparati ed anche in una stessa sezione si trovano forme diverse di spermatidi, corrispondenti al diverso stadio della loro evoluzione.

Anche qui si nota che le spermatidi di un medesimo gruppo si trovano tutte allo stesso stadio evolutivo. Quel che non si osserva bene, almeno nelle forme giovani, si è la connessione loro colla cellula nutritivo-associativa La fig. 15 rappresenta un gruppo caratteristico di spermatidi, nelle quali è già apparso il flagello, e sono disposte in modo da avere ravvicinati i loro nuclei nel centro della figura da esse formata, mentre i flagelli ancora brevissimi stanno al di fuori. Esaminando nello stesso preparato la sezione precedente a quella, da cui è stata riprodotta la detta figura, si nota che il taglio in quel punto è capitato tangenzialmente al lobulo in modo da portar via la cellula nutritizia appartenente al detto gruppo di spermatidi.

In alcuni esami a fresco del contenuto della glandula, eseguiti nel mese di aprile, ho potuto osservare i diversi gradi della trasformazione delle spermatidi in spermatozoidi, a cominciare da quando era possibile discernerle dalle altre cellule per la forma affusata. E così ho notato come a misura che il flagello cresceva in lunghezza, si andasse assottigliando lo strato di citoplasma circondante il nucleo fino alla scomparsa quasi totale del citoplasma, essendo esso impiegato nella costituzione del flagello.

Importa notare come anche nel contenuto glandulare ottenuto per dissociazione ed esaminato a fresco, le spermatidi si presentassero a gruppi e quelle di uno stesso gruppo coi medesimi caratteri.

8.º) *Spermatozoidi* (figg. 16-17). Questi più o meno maturi si trovano sempre a fasci e sempre riuniti in modo da avere le teste rivolte verso la parete dell'organo e le code verso la cavità del medesimo. Come lo dimostra chiaramente la fig. 16 essi sono in intimi rapporti, mediante le loro teste, con una grossa cellula nutritizia. In altri preparati (fig 17) si vedono gli spermatozoidi di uno stesso gruppo molto ravvicinati tra loro, colle teste allineate e quasi a contatto del nucleo di questa cellula.

Il numero degli spermatozoidi di un assembramento, dove questo era intero ed era stato possibile fare la numerazione dei suoi componenti, è risultato o di 64 o di 128.

Nelle glandule mature la cavità dei lobuli e della glandula è riempita per $^1/_5$ dagli spermatozoidi.

La testa dello spermatozoide è lunga 4 μ, ha forma leggermente conica e misura alla base 1,3 μ di larghezza. La sola coda è lunga 40 e più μ.

L'esame dei preparati a fresco mi ha fatto rilevare che il flagello nella sua prima porzione ha un decorso a spirale allungata; ed infatti in relazione a questa disposizione anatomica lo spermatozoide vivo presenta movimenti spiraloidi.

Inoltre esaminando al microscopio l'animale vivo ed intero, essendo esso molto trasparente, ho notato più di una volta nei suoi condotti escretori dei fasci di spermatozoidi progredire colle code in avanti e le teste indietro.

9.º) *Cellule trofiche (cellule nutritive, cellule nutritivo* *associative*). Nella descrizione dei diversi gruppi precedenti ho notato come in essi i varî elementi componenti uno stesso gruppo fossero riuniti insieme mediante una cellula trofica. Ma questa più che a tenerli associati serve, come vedremo, a nutrirli. Si vedono infatti queste cellule sostenere oltre i gruppi degli spermatociti primitivi (figg. 4-5), anche quelli degli spermatociti secondarî (figg. 6-7), degli spermatociti a condensazione cromatica (fig. 8), delle spermatidi in evoluzione e degli spermatozoidi (figg. 15-17). Però verosimilmente, come vedremo, anche gli spermatogoni e gli spermatociti, durante le due cinesi caratteristiche, hanno per supporto una cellula trofica, che non si può veder bene per condizioni peculiari.

Nella sua forma tipica la cellula trofica si dimostra costituita da una base o piede strettamente aderente alla parete del lobulo e da una colonnetta di protoplasma che si continua senza limiti distinti coi peduncoli delle cellule del gruppo e nelle figg. 16-17 ingloba le teste degli spermatozoidi. Tra la base, e la colonna si trova il grosso nucleo, di solito oblungo, a struttura reticolare, con uno o più nucleoli. È facile constatare che la cellula è tanto più grossa quanto più sviluppati sono gli elementi del gruppo. Le più alte di queste cellule misurano da 30 a 40 μ.

Nelle cellule che sostengono gli spermatozoidi la colonnetta protoplasmatica non sempre si distingue bene, specialmente quando gli elementi spermatici sono molto vicini al nucleo. Ciò, come si vedrà, è dovuto alla poca affinità che ha per le sostanze coloranti il citoplasma di tali cellule divenuto quasi interamente ialino per le trasformazioni cui va incontro.

Questi elementi sono sempre sparsi, e ciò è naturalmente in rapporto colla loro funzione.

10.º *Oociti*. Se ne trovano lungo la parete del lobulo, nella sua parte libera, a gruppi pianeggianti che non fanno rilievo nell'interno di esso, almeno quando è possibile discernerli come tali. S'incontrano più spesso in questi siti nelle glandule molto giovani, quando cioè non si sono ancora costituiti i follicoli ovulari ben distinti. Nella glandula adulta, quando gli oociti sono in uno stadio inoltrato di accrescimento, essi si trovano (fig. 1 *b*) quasi esclusivamente nei follicoli che stanno alla periferia dell'organo, ed allora sono ben distinti e più o meno ricchi di deutoplasma.

Gli oociti anche immaturi risaltano sotto il campo microscopico per il loro nucleo sferico, chiaro e con un grosso nucleolo ben manifesto (1).

b) *Ricostruzione del ciclo evolutivo degli spermatozoidi*

La su riferita descrizione delle varie forme cellulari che si osservano nei lobuli della glandula genitale della *Phyllirhoë*, nel modo e nell'ordine come è stata condotta, con gli schiarimenti relativi che mi sembravano indispensabili, non è senza importanza per la esatta interpretazione del ciclo evolutivo degli elementi spermatici.

Evidentemente il ciclo s'inizia dalle cellule germinali che sono indifferenti. Esse appaiono numerose nella glandula giovanissima, sulla cui superficie interna formano fino ad una certa distanza dall'ilo quasi un epitelio continuo. Sono invece meno numerose e sparse nella glandula adulta. Si moltiplicano rapidamente nelle glandule giovani dando origine ad altre simili; ma ad un certo punto una di queste cellule per successive moltiplicazioni dà origine ad un gruppo di elementi più piccoli tutti uniti insieme. Questi elementi, (2) che costituiscono nel loro complesso la primitiva colonia spermatica (fig 3 *cr*), sono appunto le cellule a rosetta, gli spermatogonî, di solito in numero di 16 o 32 per ogni aggruppamento.

Come ho fatto rilevare, il nucleo degli spermatogonî è più piccolo (4 μ) di quello delle cellule germinali (5 μ), ed il loro citoplasma è assai scarso.

---

(1) In questa descrizione degli elementi che si trovano nei lobuli glandulari ho trascurato a bella posta di indicare quelli che sono da considerare come forme di transizione tra le cellule germinali indifferenti e gli oociti; e questo sia perchè occorrevano più minute osservazioni, che mi avrebbero portato via molto tempo senza alcun utile per il presente lavoro, sia perchè punto necessari per l'intendimento di ciò che dirò in seguito

(2) Quelli cioè che si evolvono sulla linea spermatica.

La piccolezza degli spermatogonî, la eseguità del loro citoplasma e la intensa colorazione del nucleo non fanno discernere bene nella morula da essi formata i brevissimi peduncoli citoplasmatici pei quali essi stanno connessi alla parete verosimilmente mediante una cellula trofica.

Più particolarmente ritengo che la cellula germinale, la quale è perfettamente aderente alla parete del lobulo, si divida una prima volta parallelamente alla superficie interna del lobulo in quel punto, donde risultano due cellule che rimangono unite per un breve ponte protoplasmatico, e che di queste la prossimale (alla parete) non si moltiplichi più — costituirebbe cioè la cellula trofica della futura colonia — mentre la cellula distale, per successive moltiplicazioni radiate e convergenti nel ponte protoplasmatico di unione, darebbe origine alla morula degli spermatogonî, i quali rimarrebbero uniti alla cellula prossimale mediante i sottili peduncoli in cui contemporaneamente si è suddiviso il primitivo ponte protoplasmatico suddetto. Per conseguenza da una cellula germinale si originerebbero dei gruppi non di 16 e 32 elementi, ma bensì di 17 e 33, di cui uno sarebbe la cellula trofica. (1)

---

(1) A questo proposito noto come la cellula trofica sia stata osservata, oltre che in altre classi animali, anche in altri molluschi e da diversi autori che l'hanno chiamata cellula basale. Però le opinioni loro, se sono concordi circa l'origine della cellula basale dalle cellule germinative della parete alveolare, discordano sul modo come con essa contraggano rapporto gli spermatogonî. Così Bloomfield (1881) nell'*Helix pomatia* chiama la cellula trofica « *blastophoral cell* » e, sebbene non lo dica chiaramente, pure fa comprendere che essa e gli spermatogonî, che formano insieme la spermatospora, abbiano un'origine unica dalle cellule germinali. Invece Platner (1885) nell'*Arion* e Bolles Lee (1897) nell'*Helix,* pur ritenendo che le cellule basali provengano dall'epitelio germinativo, sostengono che gli spermatogonî formatisi per scissione delle cellule germinali vicine, s'impiantino secondariamente sulla superficie delle cellule basali. Io ho cercato dimostrare, almeno nella *Phyllirhoë,* l'origine unica della cellula trofica e degli spermatogonî, che ad essa sono uniti.

Prima di passare agli altri stadii degli elementi spermatici è bene fare un'osservazione che valga per tutti compresi gli spermatogonî. Si è visto nella parte descrittiva che il maggior numero delle varie forme di colonie cellulari risulta di elementi connessi in modo evidente alla parete del lobulo mediante una cellula trofica, e soltanto in poche di esse non ho potuto constatare in modo chiaro questo fatto. Ora faccio qui rilevare che, data la forma e la struttura speciale della glandula (fig. 1 e seg.), se per un momento dei gruppi di cellule od anche cellule isolate divenissero libere, cadrebbero inevitabilmente nell'ampia cavità dell'organo e si dovrebbero trovare accumulate in gran copia all'imboccatura del dutto escretore, mentre ciò non ho potuto osservare mai.

Costituitasi adunque la colonia degli spermatogonî, incomincia il periodo di accrescimento, che è abbastanza lungo, ma che si può seguire molto bene nei varî preparati.

I singoli spermatogonî ingrossano piano piano, si allungano e cominciano a far vedere nettamente il peduncolo, che si protende verso la cellula nutritizia, la quale si rende allora anch'essa evidente (fig. 4 *t*). Il processo di accrescimento continua, ed intanto si rende più manifesta la forma a pera dello spermatogonio trasformato, che ora ha acquistato i caratteri di spermatocite primitivo.

In tutto questo periodo, che conduce gradatamente dai piccolissimi spermatogonî agli spermatociti primitivi, anche il nucleo si modifica; si fa notevolmente grosso, restando sferico, cosicchè raggiunge il diametro di 8 μ, il che vuol dire che il suo volume è divenuto quasi il quadruplo di quello degli spermatogonî. Contemporaneamente esso si rischiara un po', ma conserva invariata la sua struttura reticolare. Nel suo interno si scorge il nucleolo, che non si intravedeva negli spermatogonî forse per la sua piccolezza e per la forte colorazione del nucleo.

Compiuto o quasi il periodo di accrescimento, incomincia negli spermatociti primitivi il lavorio nucleare che condurrà alla condensazione della cromatina. Il nucleo infatti perde piano piano la primitiva struttura finamente reticolare, propria del nucleo degli spermatociti primitivi; il reticolo si fa più lasso, per dissoluzione dei suoi fili più sottili, e nei punti nodali di esso si vede la cromatina in forma di minutissimi granuli. Così si passa dagli spermatociti primitivi agli spermatociti secondarî. I suddetti granuli cromatici nucleari sono da principio molto numerosi, ma a misura che essi ingrossano (più per fusione dei preesistenti granuli e dei filamenti reticolari, anzichè per accrescimento proprio), il loro numero diminuisce notevolmente. Cosicchè per gradi insensibili si passa dagli spermatociti a granuli cromatici fini (fig. 6) a quelli con granuli cromatici grossi (fig. 7). In questi ultimi i granuli sono relativamente molto grossi e disposti quasi tutti nello strato periferico del nucleo: se ne contano più o meno agevolmente una quindicina e sono a forma irregolarmente rotondeggiante.

Con questo riordinamento e condensazione della cromatina in granuli coincide, come ho già notato, un relativo e graduale rischiaramento del nucleo ed il riassorbimento della membrana nucleare.

La condensazione cromatica prosegue ancora. I grossi granuli cromatici si allungano un poco, e più o meno trasformati in corti bastoncelli incurvati si riuniscono nel centro della cellula formando quasi una massa cromatica unica, come l'ho descritta negli spermatociti a condensazione. Tale fenomeno ha luogo gradualmente, come lo provano le forme di transizione osservate tra gli spermatociti a grossi granuli e quelli a condensazione (1).

Allo stato di condensazione la cromatina è già aumentata, mentre il nucleo è diminuito di volume notevolmente; esso infatti misura 4 μ di diametro (come negli spermatogoni), ma è costituito esclusivamente di cromatina. Ho già notato che gli spermatociti a granuli grossi sono un po' più piccoli degli spermatociti a granuli fini, ed allo stato di completa condensazione gli elementi non sono di certo più grossi degli spermatociti secondarî, anzi ne sembrano più piccoli. Quindi la condensazione cromatica e l'aumento della cromatina nella *Phyllirhoë* coincide con un impiccolimento della cellula spermatica e del suo nucleo.

---

(1) Lo stato di condensazione cromatica non è un fenomeno speciale alla *Phyllirhoë*, anzi si verifica di frequente nel regno animale, essendo stato osservato nel corso della spermatogenesi di moltissimi esseri appartenenti a classi assai differenti (Mammiferi, Anfibi, Rettili, Insetti, Anellidi etc.). Facilmente rilevabile negli Anfibi, sarebbe secondo Bugnion e Popoff (1905) di una chiarezza superiore nei preparati del *Lumbricus*. Però anche nella *Phyllirhoë* le colonie di spermatociti allo stato di completa condensazione sono di una chiarezza sorprendente: sono infatti queste colonie cellulari insieme agli ociti, più e meno ricchi di deutoplasma, quelli che attirano subito lo sguardo dell'osservatore nei preparati.

Questo fatto è stato osservato recentemente da Bugnion e Popoff nel *Lumbricus*, mentre il contrario si osserva negli animali superiori (1).

Lo stato di condensazione cromatica degli spermatociti suddetti dobbiamo considerarlo come corrispondente con molta probabilità alla profase della cinesi di equazione. Detti elementi quindi rappresenterebbero gli spermatociti di primo ordine che si preparano a dividersi. Siccome poi alla divisione di questi spermatociti succede, senza che intervenga un periodo di riposo, la cinesi di riduzione, così si trovano spesso accanto ai primi gli spermatociti di secondo ordine, il cui nucleo è quasi la metà di quello dei primi, e le giovani spermatidi.

---

(1) Nella parte descrittiva, a proposito degli elementi che si trovano allo stato condensato, ho detto che il protoplasma ialino avvolgente il nucleo è probabilmente di origine nucleare. Ora qui ritorno sull'argomento per dimostrare che il ialoplasma di questi elementi è in realtà di origine prevalentemente, se non esclusivamente, nucleare; poichè Bugnion e Popoff (1905) ritengono che il ialoplasma di tali cellule nel *Lumbricus* provenga dalla trasformazione diretta del citoplasma e non dal nucleo; ciò che non mi pare esatto. Infatti osservo anzitutto come nei suddetti elementi della *Phyllirhoë* il nucleo condensato occupa esattamente il centro della cellula, e che il ialoplasma gli costituisce attorno uno strato di spessore uniforme, dimodochè, facendo astrazione dal citoplasma tingibile, esso ialoplasma forma quasi una sfera nel cui centro sta il nucleo, e questa sfera, ciò che è importante, misura circa 10 μ di diametro, numero che supera di poco quello che misura il nucleo degli spermatociti a granuli fini (8-9 μ). E poi se il nucleo impiccolisce per concentrazione della sua parte più densa (cromatina) nel proprio centro, è evidente che la parte più fluida (succo nucleare) debba necessariamente venire respinta alla periferia, e non essendo tingibile appaia trasparente. La differenza di misura tra il nucleo degli spermatociti secondari e la sfera di ialoplasma degli elementi condensati parla a favore di una parziale trasformazione del citoplasma in protoplasma ialino.

Le figg. 9-12 rappresentano alcuni stadî della divisione di equazione degli spermatociti di primo ordine. La cromatina in essi si conforma ad anse e si dispone in modo da costituire normalmente al fuso una placca equatoriale quadrata.

Osservata a forte ingrandimento da uno dei poli la detta placca, s'intravede che ogni suo lato risulta di due segmenti curvi a concavità esterna, posti l'uno di seguito all'altro (fig. 10), dimodochè detta placca risulterebbe composta di otto anse, le quali però sono doppie, disposte in due piani di otto e che guardano i rispettivi poli. Dividendosi poscia gli spermatociti di primo ordine, a ciascuno degli spermatociti di secondo ordine risultanti vanno otto anse, che si dispongono a coppie quasi su di una stessa linea, in modo da sembrare soltanto quattro (figg. 9-12). Ma appena costituitisi gli spermatociti di secondo ordine, subito questi si scindono, ciascuno in due, e le otto anse si ripartiscono egualmente tra le due spermatidi che risultano, per costituire il rispettivo nucleo. E così ad ogni spermatide spettano quattro anse.

Costituitesi adunque per la cinesi riduttiva le spermatidi, si cominciano a notare i varî stadi della loro evoluzione per giungere alla formazione degli spermatozoidi maturi; di qui le varie forme notate nella parte descrittiva, le quali si possono osservare meglio nei preparati a fresco ottenuti per dissociazione, anzichè nei preparati permanenti. Quando il loro nucleo ha assunto una configurazione sferoidale e comincia a formarsi il flagello, allora si può vedere meglio il loro rapporto colla cellula trofica, rapporto che risalta meglio ancora quando si siano trasformate in spermatozoidi maturi (figg. 16-17).

Occorre notare qui il fatto che gli spermatozoidi, man mano che diventano maturi, si accostano sempre più al nucleo della cellula nutritizia e quindi alla parete della glandula, come risulta dal confronto tra le figure 16 e 17 che rappresentano due gradazioni successive dello sviluppo degli elementi spermatici.

Divenuti maturi gli spermatozoidi, si liberano dalla cellula trofica rispettiva distaccandosi per lo più a gruppi più o meno numerosi, e disposti, come già sono in precedenza, colle teste allineate e rivolte verso la parete, e colle code riunite a fascio in direzione dell'imboccatura del dutto escretore, si vedono progredire lentamente lungo il dutto stesso, trascinati quasi dalla corrente discendente che li sospinge verso il *receptaculum seminis*.

Orbene: quale è la causa dell'allineamento delle teste degli spermatozoidi e della riunione a fasci paralleli delle loro code? Per quale azione gli spermatozoidi, diventando maturi, si accostano colle teste alla parete della glandula? Come si rendono essi liberi?

La spiegazione di questi fatti dobbiamo rintracciarla nella cellula trofica, che sostiene e nutrisce gli zoospermi stessi, e nel liquido che viene eliminato dalla glandula attraverso il dutto escretore.

La disposizione a fascio degli spermatozoidi di uno stesso gruppo è un fatto che si osserva di frequente nella spermatogenesi degli animali delle diverse classi, ed è caratteristico che sempre i singoli spermi di un fascio sono ordinati in modo da aver la testa rivolta verso la parete della glandula e la coda dalla parte opposta. Per spiegare questa caratteristica disposizione degli elementi spermatici e la loro apparente migrazione verso la parete dell'organo, si ammette da taluni una speciale azione chimiotattica nella cellula trofica del fascio, a prescindere dalla sua funzione nutritiva.

A me pare, contrariamente all'opinione generale, che questi fatti si possano spiegare diversamente, senza bisogno di invocare la misteriosa azione chimiotattica della cellula trofica, e d'altronde senza far entrare in attività gli spermatozoidi, i quali, così addossati come sono gli uni agli altri, non hanno libertà di movimento. Tali fenomeni sarebbero invece la conseguenza necessaria dell'evoluzione delle spermatidi. Difatti il nucleo della spermatide, come questa si costituisce, entra in un periodo di riposo e si fa rotondeggiante; e siccome il lavorio maggiore nella spermatide risiede nel citoplasma, così questo si protende verso il cono di accrescimento che si forma dalla parte esterna (rispetto alla colonia) della cellula e nella stessa direzione poi affluiscono i materiali nutritivi provenienti dalla cellula trofica. Il nucleo, in cui adesso non si verifica che una semplice modificazione nella forma, rimane quasi immobile al posto primitivo mentre il cono di accrescimento citoplasmatico si va gradatamente allungando ed assottigliando per costituire il flagello. La spermatide così si allunga e si fa affusolata, ma il nucleo, rimasto quasi immobile, si viene a trovare dalla parte opposta della coda. Le spermatidi allungandosi diminuiscono notevolmente in grossezza, e rimanendo sempre a contatto fra loro vengono ad occupare uno spazio più ristretto, avendo sempre i nuclei rivolti verso la cellula trofica. Divenuti maturi gli spermatozoidi, la loro emigrazione verso la parete glandulare è anche un fenomeno passivo dovuto all'atrofia graduale del citoplasma della cellula trofica per cui gli spermatozoidi, già disposti colle teste verso la cellula nutritiva, verrebbero di necessità per così dire trascinati per le teste gradatamente e contemporaneamente verso la parete dell'organo (1).

Ma l'atrofia della cellula nutritiva non ci dà ragione della riunione a fascio delle code degli spermatozoidi, del loro parallelismo e della loro direzione verso l'ilo glandulare. Occorre invocare un altro fattore più valido, e questo fattore è la corrente di fluido discendente che si origina probabilmente per filtrazione di liquido sieroso attraverso la parete della glandula, tanto più che l'organo è irrorato da un grosso ramo sanguigno terminale che gli forma attorno quasi una lacuna arteriosa (v. cap. I). Non fan bisogno dei minuti dettagli per comprendere come le code libere degli zoospermi durante la loro formazione, seguendo la corrente, si dispongano parallelamente e nella direzione della medesima, motivo per cui mi limito al suddetto cenno.

---

(1) Regaud (1889) ritiene che nel plasma della cellula di Sertoli, chè così si chiama la cellula trofica nei Mammiferi, si contengano delle fibrille contrattili, per la cui contrazione si effettuerebbe la retrazione del plasma cellulare e quindi l'avvicinamento degli zoospermi al nucleo della cellula stessa.

La retrazione atrofica adunque della cellula nutritizia è quella che, secondo la mia opinione, fa avvicinare gli spermatozoidi alla parete dell'organo, ed è per la stessa atrofia della detta cellula, per il disfacimento della maggior parte del suo citoplasma, e non per attività propria agli zoospermi, che questi si rendono liberi. E ciò è tanto vero che nel dutto escretore si vedono progredire quasi sempre a fasci nell'animale vivente.

Queste spiegazioni, che mi sembrano più semplici e più comprensibili della oscura azione chimiotattica della cellula trofica, presuppongono che tutte le spermatidi di un medesimo gruppo si trovino allo stesso stadio e primitivamente connesse alla cellula nutrice: ciò che in realtà accade nella *Phyllirhoë,* ma è stato osservato anche in molti altri animali appartenenti a classi diverse.

Aggiungo però che se in questo caso particolare escludo l'azione chimiotattica della cellula trofica sugli zoospermi, non intendo per questo negarla in modo assoluto; anzi riconosco che in molte altre circostanze la chemotassi ha una influenza grandissima (1).

Così abbiamo visto pure la involuzione che subisce la cellula trofica dopo che essa ha espletato le sue funzioni. In realtà di pari passo all'atrofia del citoplasma procede anche l'atrofia del suo nucleo, che poi si continua dopo il distacco del fascio di zoospermi. Quale sia però il destino ultimo di essa non saprei dire con certezza. Alcune di tali cellule forse si disfanno completamente, ma la maggior parte con molta probabilità ritornano allo stato di cellule germinali indifferenti, per ricominciare poi nuovamente il ciclo (1); e ciò perchè nei preparati di glandule mature si vedono spesso molte cellule trofiche in riposo con citoplasma scarso e nucleo di dimensioni assai varie ma sempre più piccolo di quello delle cellule medesime in piene funzioni, pur conservando gli stessi caratteri strutturali.

---

(1) L'azione chemotattica esercitata da varie sostanze chimiche sui batteri e sugli spermatozoidi non può esser messa in dubbio, essendo stata dimostrata da numerose esperienze. Tutti sanno come le sostanze zuccherine, che si diffondono dagli archegoni dei Muschi, attirino verso di questi gli spermî, mentre nelle Felci è l'acido malico quello che li attrae. I sali di potassio, il peptone esercitano una chemotassi positiva sui batterî, mentre l'alcool, gli acidi liberi determinano la chemotassi negativa. — Anche nei processi morbosi infiammatori, di cui si occupa la patologia, l'emigrazione dei leucociti è influenzata dalla chemotassi positiva o negativa: i leucociti infatti vengono attirati nei focolai flogistici dai batterî, dai prodotti del loro ricambio o da altre sostanze chimiche.

La cellula trofica della *Phyllirhoë* ha quindi la stessa importanza e le medesime funzioni della cellula di Sertoli dei Mammiferi, cui sarebbe omologa. Essa è pure omologa alla cellula pedale o basale di altri molluschi ed alla cellula di Verson degli artropodi.

La cellula trofica si rende manifesta molto per tempo nella *Phyllirhoë*. La si trova infatti ben distinta fin dai primi stadî degli spermatociti primitivi, ma verosimilmente, come ho più sopra esposto, si trova anche nella morula degli spermatogonî, coi quali avrebbe comune l'origine dalla medesima cellula germinale.

III. — Riassunto e conclusione.

Nella spermatogenesi della *Phyllirhoë bucephala* possiamo distinguere tre periodi: due di proliferazione ed uno di accrescimento.

α) Il primo periodo di proliferazione conduce dalla cellula germinale alla morula degli spermatogonî, costituita di solito da 16 o 32 cellule, le quali verosimilmente sono associate da una cellula trofica, che le collega indirettamente alla parete lobulare e le nutrisce.

β) Il periodo di accrescimento è molto lungo. In questo periodo gli spermatogonî dei singoli gruppi, senza moltiplicarsi, si trasformano gradatamente in spermatociti primitivi, poi in secondarî ed infine in spermatociti a condensazione cromatica, corrispondenti questi ultimi agli spermatociti di primo ordine in profase.

---

(1) Così la pensa pure Stephan (1902) nel trattare dell'evoluzione della cellula di Sertoli dei Selaci dopo la spermatogenesi.

In questo periodo assumono una crescente e notevole importanza le cellule trofiche.

γ) Nel secondo periodo di proliferazione dai gruppi di 16 e 32 spermatociti di primo ordine (provenienti dalla trasformazione diretta dei rispettivi gruppi di spermatogonî) si originano per la cinesi di equazione gli assembramenti di 32 e rispettivamente 64 spermatociti di secondo ordine, e per la cinesi riduttiva quelli di 64 e rispettivamente 128 spermatidi.

I primi due periodi rappresenterebbero la prespermatogenesi, l'ultimo costituirebbe la vera e propria spermatogenesi.

Si è visto come la cellula germinale nella *Phyllirhoë* moltiplicandosi dia origine ad un gruppo ben distinto di spermatogoni (cellule a rosetta), i quali sono tutti della stessa forma e dimensioni e coi medesimi caratteri strutturali, e sono associati fin dal principio da una cellula trofica, che li vincola alla parete dell'organo.

Si è visto pure come nelle varie e successive trasformazioni tutti gli elementi appartenenti ad uno stesso gruppo subiscano contemporaneamente le medesime modificazioni morfologiche e strutturali, e simultaneamente pure si moltiplichino, dando infine origine ad assembramenti ben distinti e regolari di spermatozoidi.

Questi fatti non sono nuovi, anzi di frequente sono stati osservati nella spermatogenesi degli Invertebrati, la quale principalmente per ciò si differenzia da quella dei Vertebrati. Si è sempre notato che la colonia degli spermatogonî (spermatogemma di La Vallette Saint-Georges, follicolo di von Erlanger, spermopoliblasto di Bloomfield) negli Invertebrati cresce per progressione geometrica, poichè tutti gli elementi del gruppo si dividono contemporaneamente. Del resto la divisione simultanea degli elementi di uno stesso gruppo è dimostrata dal fatto che nel contarli — cosa su cui di recente hanno richiamato l'attenzione Bugnion e Popoff (1905) — si trovano i numeri 16, 32, 64 o multipli di questi e mai numeri intermedî.

Il modo però come si compiono le successive trasformazioni nelle colonie spermatiche varia nelle diverse classi. Così negli Anellidi la colonia, la quale però si dimostra libera fin dal principio, è di aspetto moriforme e subisce una regolare dissociazione prima di trasformarsi (Bugnion e Popoff). In essa le cinesi simultanee hanno luogo radialmente, in modo che, fino alla maturazione degli spermatozoidi, gli elementi stanno connessi ad un globo protoplasmatico centrale ora privo di nucleo manifesto (*Lumbricus, Hirudo* [Bugnion e Popoff]) ora con molti nuclei (*Clitellio* [Jensen]). Questo citoforo, che, secondo l'opinione generalmente adottata, ha importanza nutritiva, è stato pure osservato nei Turbellarî da Jensen (1883).

Anche negli Artropodi per la proliferazione della cellula germinale si forma una colonia libera (colonia di metrociti di Gilson, 1885), ma essa non subisce alcuna dissociazione. Però gli zoospermi maturi non sono disposti radialmente come negli Anellidi attorno al citoforo, ma bensì parallelamente a fascio colle teste tutte da una parte e le code dall'altra. L'elemento che nutrisce gli spermazotoidi è rappresentato qui dalla cellula di Verson.

Si è molto discusso sulla genesi della cellula di Verson, come su quella della cellula di Sertoli dei Mammiferi, considerando alcuni che la detta cellula sia un semplice elemento connettivale proveniente dalla parete del testicolo, mentre altri ritengono ch'essa abbia un'origine comune con gli altri elementi della colonia. Questa seconda opinione, sostenuta dal Verson e dal Grünberg, sembra più verosimile anche perchè conforme a quanto su questo proposito è stato osservato e dimostrato nei Mammiferi da Regaud e da Bouin. Ammettendo però questa seconda ipotesi, bisogna supporre che la cellula di Verson si differenzi fin dal principio, prima ancora che s'inizii la costituzione della colonia spermatica rispettiva, perchè una volta incominciata la proliferazione degli elementi spermatici, questa continua per progressione geometrica.

Nei Molluschi la colonia spermatica non è libera; essa in tutti i periodi della spermatogenesi è connessa alla parete del lobulo mediante la cellula basale. Questa è stata osservata e descritta da Platner (1885) nell'*Arion empiricorum* e da Bolles Lee (1897) nell'*Helix pomatia:* io l'ho dimostrata e designata nelle precedenti osservazioni sulla *Phyllirhoë bucephala* come cellula trofica. Verso di questa cellula sono diretti i peduncoli conici degli elementi della colonia che con essa stanno in intimi rapporti. Le spermatidi poi, e per le modificazioni morfologiche che subiscono, e per le influenze meccaniche cui sono sottoposte nella loro evoluzione, come ho già dimostrato, danno origine agli spermatozoidi che si dispongono necessariamente a fascio, come negli Artropodi, ed in modo regolare, colle teste quasi tutte allineate e rivolte verso la parete lobulare, ov'è la grossa cellula nutritizia. Ogni singolo fascio di spermatozoidi della *Phyllirhoë bucephala* sembra costituito da 64 o da 128 elementi (1).

Riguardo poi alla genesi della cellula trofica è sorta naturalmente la stessa questione che per l'origine della cellula di Verson, questione che ho cercato di risolvere in modo soddisfacente. Ora qui osservo semplicemente, in aggiunta a ciò che ho già notato precedentemente, che, almeno nella *Phyllirhoë bucephala*, non si potrebbe spiegare in alcun altro modo plausibile la regolare disposizione degli elementi spermatici di una stessa colonia attorno alla cellula trofica, se non ammettendo quelle peculiari divisioni cellulari che dall'elemento germinale conducono gradatamente alla costituzione dell'intero fascio di spermatozoidi, compresa la cellula nutritizia, la quale, secondo la mia opinione, si differenzierebbe fin dalla prima divisione della cellula germinale.

---

(1) Riguardo alla numerazione degli spermatozoidi di uno stesso fascio nella *Phyllirhoë,* pur riconoscendo che non è un metodo esatto quello di eseguirla sui preparati ottenuti mediante le sezioni della glandula, osservo da una parte che non è possibile nè nella *Phyllirhoë,* nè in qualunque altro animale, le cui colonie spermatiche sono fisse, di ottenere la colonia spermatica isolata, come negli Anellidi; chè se si tentasse di isolarla e si raggiungesse lo scopo, (ciò che è difficile) non saremmo mai sicuri della sua integrità; d'altra parte mi è sembrato che in alcune sezioni si potesse eseguire la numerazione non degli spermi interi, ma delle loro teste, perchè il gruppo di zoospermi era stato tagliato perpendicolarmente al suo asse principale da un lato vicino al nucleo della cellula trofica, dall'altro in corrispondenza delle code, in modo che tutte le teste o quasi erano rimaste nella sezione esaminata. Ed appunto la numerazione eseguita in queste condizioni mi ha dato le cifre di 64 e 128 o tali e quali oppure con grande approssimazione. Osservo inoltre che i gruppi di 128 spermatozoidi sono assai più frequenti di quelli di 64, cosichè parrebbe che il numero tipico degli spermatozoidi dei rispettivi fasci della *Phyllirhoë* fosse 128.

Come negli Artoprodi e nei Molluschi, anche nei Pesci e negli Anfibi gli elementi spermatici in evoluzione si trovano a fasci isolati ma grossi. Ogni fascio possiede una cellula nutritizia propria e corrisponde alla proliferazione di un'unica cellula germinale.

Nei Vertebrati superiori gli elementi che compongono i singoli fasci degli spermatozoidi, non sono così numerosi, nè disposti così regolarmente come negli altri animali su menzionati. Ad ogni modo si osservano talora, sebbene non distintamente, lungo la parete del canalicolo seminiparo molti gruppetti di spermatozoidi colle teste rivolte verso la parete, ed ognuno di questi gruppi è in intima relazione con una cellula di Sertoli. I rapporti che offre la cellula di Sertoli col rispettivo fascio di spermatozoidi, nonchè la loro intimità, sono perfettamente simili a quelli della cellula nutritizia in generale col rispettivo gruppo di zoospermi negli Artropodi, nei Molluschi e nei Vertebrati inferiori. Ora da questa analogia di rapporti, a prescindere dalle altre considerazioni, si deduce anche che la cellula di Sertoli ed il rispettivo gruppo di spermatozoidi nei Mammiferi hanno una comune origine.

In conclusione si può dire che, sia negli Invertebrati come nei Vertebrati, si verifica di frequente (se non pure costantemente) il fatto che ogni gruppo o fascio di spermatozoidi, insieme alla rispettiva cellula trofica, provenga dalla proliferazione di un'unica cellula germinale.

Ammettendo poi la primitiva differenziazione della cellula trofica, e sapendo che l'aumento degli elementi della colonia spermatica procede per progressione geometrica, come si è osservato infatti in moltissimi animali, compresa la *Phyllirhoë bucephala*, ne deriva come conseguenza la costanza del numero degli spermatozoidi per ogni singolo fascio di una medesima specie di animali.

Ho fatto più sopra osservare come anche la regolare disposizione a fascio degli spermatozoidi stia a confermare indirettamente la comune origine di questi da una stessa cellula germinale, non essendo conciliabile con tale regolarità l'ipotesi che le spermatidi isolate vadano ad una ad una a mettersi in rapporto con una cellula trofica, ciò che tuttavia si ammette da taluni che avvenga nella spermatogenesi dei Mammiferi. Del resto, se questo si volesse ammettere per un momento, come spiegare che gli zoospermi di un medesimo fascio si trovano tutti allo stesso gradino della loro evoluzione? come risolvere la questione della costanza del loro numero per ogni singolo fascio di una data specie? come spiegare il graduale e notevole sviluppo della cellula trofica, quando manca lo stimolo maggiore al suo incremento, stimolo che è rappresentato dagli spermatozoidi, poichè questi, secondo tali autori, si metterebbero in relazione colla cellula trofica soltanto a completo suo sviluppo, mentre si sa che appena essa resta libera dagli zoospermi, anzi prima ancora che questi si distacchino, perchè maturi, subisce un processo di atrofia?

Tutti questi problemi si risolvono invece più agevolmente ammettendo che dalla medesima cellula germinale abbiano origine comune e la cellula trofica e il fascio di spermatozoidi che da quest'ultima sono sostenuti e ad essa sono intimamente legati fino a completa maturità Tale ipotesi, che è ben fondata, ed il modo speciale di moltiplicazione degli elementi della colonia, moltiplicazione che ha luogo sempre per progressione geometrica, dànno completa ragione dei fatti osservati e delle considerazioni esposte.

(*Novembre 1906*)

AUTORI CONSULTATI

1854. Müller (H.) und Gegenbaur (C.). Ueber Phyllirhoë bucephalum (*Zeits. für wiss. Zool.,* Vol. IV).

1881. Bloomfield (I. E.). The development of the spermatozoa. Part. II. Helix and Rana. (*Quart. Journ. of micr. Sc. New Ser.,* Tom. 21).

1883. Iensen (O. S.). Recherches sur la spermatogénèse (*Archives de Biologie.* Vol. IV).

1885. Platner. Ueber die Spermatogenese bei den Pulmonaten (*Arch. Mikr. Anat.,* Vol. XXV).

1885-86-88. Gilson. La spermatogénèse des Arthropodes (*La cellule.* Vol. I, II, IV).

1886. Platner. Zur Bildung der Geschlectsproducte bei den Pulmonaten (*Arch. Mikr. Anat.,* Vol. XXVI).

1892. Watase (S.). The Origin of the Sertoli 's Cell (*American. Natural.*, Vol. XXVI).

1892. Prenant. Sur la signification de la cellule accessoire du testicule (*Iourn. de l'Anat. et de la Phys.,* 28e année).

1897. Lee Bolles (A.). Les cinéses spermatogénètiques (*La cellule*, Tom. XIII).

1898. Peter (K.). Die Bedeutung. der Nährzelle im Hoden (*Arch. f. micr. Anat.,* Vol. LIII).

1898. Lang (A.). Traitè d'Anatomie comparée et de Zoologie (Trad. fr., Tom. II. pp 251-262).

1899. Regaud. Contribution à l'ètude de la cellule de Sertoli (*Bibl. anat.*, pp. 1-14).

1899. Grobben (K.). Ueber die Anordnung der Samenkörper zu Bündeln im Hoden wieler Thiere, sowie deren Ursache (*Zool. Anz.,* Vol. XXII).

1902. Ancel (P.). Sur les premières différenciations cellulaires dans la glande hermaphrodite d'Helix pomatia. Note préliminaire (*Bibl. anat.,* Tom. XI).

1902. Loisel (G.)· Ètudes sur la Spermatogénèse du moineau domestique (*Journ. de l'Anat. et de la Phys.,* 38e année).

1902. Stephan (P.). Sur le développement de la cellule de Sertoli chez les Sélaciens (*C. R. Soc. Biol.*, Tom. 54).
Id., L'évolution de la cellule de Sertoli des Sélaciens après la spermatogénèse (Ibidem).

1903. Ancel (P.). Histogénèse et structure de la glande hermaphrodite d'Helix pomatia (*Arch. biol.*, Tom. 19).

1905. Bugnion (E.). et Popoff (N.). La spermatogénèse du Lombric terrestre (*Archives de zoologie expérimentale et générale,* Vol. III).

Spiegazione della tavola

Fig. 1. Sezione orizzontale massima di una glandula genitale di *Phyllirhoë bucephala* (semischematica): *a* lobuli; *b*, *c*, *d* follicoli ovulari; in *b* i soli oociti; in *d* il solo epitelio follicolare che si continua con quello dei lobuli; *e* peduncolo del follicolo; *f* solchi interlobulari; *g* cavità della glandula; *h* dutto escretore. × 50.

Fig. 2-3. Due sezioni della parete lobulare; *cg* cellule germinali con grosso nucleo; *p* parete propria del lobulo; *n* nuclei di cellule parietali; *cr* cellule a rosetta (morula parziale di spermatogonî). × 800.

Fig. 4-5. Due colonie non intere di spermatociti primitivi sezionate secondo l'asse principale della colonia: ogni gruppo è sostenuto da una cellula trofica *t*; fig. 4 stadio anteriore; fig. 5 stadio successivo più avanzato; *n* nucleo; *n'* nucleolo. × 600

Fig. 6-7. Due colonie parziali di spermatociti con nucleo a granuli cromatici fini (fig. 6) e grossi (fig. 7): anche queste sono state sezionate secondo l'asse principale della colonia: *m'* nucleo con nucleolo della cellula trofica *t*. × 600.

Fig. 8. Una colonia parziale di spermatociti a condensazione cromatica sezionata normalmente alla parete lobularo: *m* nucleo condensato; *i* ialoplasma; *cy* citoplasma colorabile; *p* parete glandulare. × 600.

Fig. 9. Un gruppo parziale di spermatociti di I ordine con due elementi in anafase ed uno in metafase. × 1000.

Fig. 10. Uno spermatocite di I ordine allo stadio della placca equatoriale visto da un polo del fuso. × 1000.

Fig. 11-12. Due spermatociti di I ordine di cui uno (fig. 11) in metafase, l'altro in anafase (fig. 12). × 1000.

Fig. 13. Un gruppo parziale di spermatociti di II ordine in anafase. × 1000.

Fig. 14. Giovani spermatidi: *i* ialoplasma; *n* nucleo. × 600.

Fig. 15. Un gruppo parziale di spermatidi in evoluzione sezionato normalmente al suo asse principale. × 800

Fig. 16. Un fascio non intero di spermatozoidi sostenuto dalla propria cellula trofica. × 800.

Fig. 17. Un altro fascio (parziale) di spermatozoidi i cui elementi sono molto vicini colle loro teste al nucleo della cellula trofica. × 800.

« Biologica » Vol. II — N. 6

Istituto Botanico della R. Università di Cagliari diretto dal Prof. Saverio Belli

Dott. **Angelo CASU**

OSSERVAZIONI BIO-CHIMICHE SULLA SALSOLA TRAGUS L.

(Tav. IV-V)

Notizie generali. — La *Salsola Tragus* L. è pianta erbacea, alofita, che vegeta abbondantemente sulle sabbie del lido. Però contrariamente alle specie affini *S. Kali* L. e *S. Soda* L., essa non vi è esclusiva, ma a Cagliari la si osserva localizzata anche sulle colline, e più specialmente sulle discariche calcari, o di natura calcare, di recente formazione.

Chi la veda per la prima volta non può che restare sorpreso della prosperità che quivi essa raggiunge, la quale riesce, poi, tanto più appariscente e suggestiva, in quanto per lunghi tratti è la sola che si osservi tra quei rifiuti di trasporto che sono un misto di calcare e di calcinacci.

Essa assume, così, il contegno delle piante calcicole, o per lo meno, e per qualche tempo, ne ha tutto l'aspetto.

Senonchè, dopo tre o quattro anni che i pendii delle discariche sono lasciati in riposo, ed a misura che le vere specie calcicole vi si localizzano (*Euphorbia terracina* L., *E. pinea* L., *Mercurialis annua* L., *Eruca sativa* Lam., *Diplotaxis tenuifolia* D. C., *D. erucoides* D. C., *Carduus pycnocephalus* L.; ed ancora: *Lavatera cretica* L., *Papaver Rhoeas* L., *Cynoglossum pictum* Ait., *Cerinthe aspera* L., *Artemisia arborescens* L., *Pinardia coronaria* Less., *Senecio vulgaris* L., *Car-*

lina corymbosa L., ecc.), la *S. Tragus* L. gradatamente scompare, e dopo pochi anni dall'invasione di queste specie più adatte, di essa non si osservano che pochi esemplari gracili e sporadici, i quali, dopo qualche tempo, scompaiono pur essi completamente. Pertanto, è possibile vederla ricomparire dappertutto dove il terreno, di qualunque natura, resti scoperto da ogni altra vegetazione. È però anche possibile che per grandi estensioni non se ne osservi alcuna traccia, e che, combattuta dalla mano dell'uomo nei terreni coltivati, e soffocata dalle specie più adatte nei terreni incolti, si riduca a vegetare sulle sabbie del lido dove, per un altro ordine di fatti, poche altre specie allignano.

Il fenomeno è determinato dal fatto che i semi della *Salsola Tragus* L. germinano molto tardi (Gennaio-Febbrajo), mentre la germinazione delle specie spontanee è da noi molto precoce (Novembre), epperò le piantine della prima vengono a svilupparsi in un tempo in cui le altre hanno raggiunto un alto grado di maturità che spesso è prossimo alla fioritura. Avvenendo che le une e le altre si trovino nella stessa unità di spazio, le specie tardive non possono che perire.

Questa concorrenza così tipica e precisa nel caso speciale della *S. Tragus* L., viene subìta ovunque da tutte le *alofite,* ed è oltremodo illustrativa poichè può rappresentare una delle cause principali che hanno determinato la loro migrazione verso i terreni littoranei.

Comunque, la vegetazione della *S. Tragus* L. fra i rottami calcari non può che sorprendere, sia per il modo tutto particolare col quale ci siamo abituati a considerare le *Alofite,* sia perchè realmente le discariche sono povere di quelle abbondanti soluzioni saline alle quali è legata nel terreno littoraneo la presenza delle *Alofite* stesse.

Come ed in qual misura, gli elementi di dette soluzioni possono venire sostituiti nelle piante delle discariche calcari?

Parte speciale

Il saggio crioscopico dei succhi della *Salsola Tragus* L. raccolta sul lido e nell'interno, ne avverte subito che esiste una notevole differenza nella concentrazione salina dei succhi stessi.

Si ebbe:

31 Luglio 1907 — Lido della Plaia —
Piante fiorite

$$\left.\begin{array}{l}\Delta = 2{,}32\\ \text{»} = 2{,}44\\ \text{»} = 2{,}56\end{array}\right\} 2{,}44$$

31 Luglio 1907 — Discariche calcari
della strada Nuova di S. Guglielmo

$$\left.\begin{array}{l}\Delta = 2{,}76\\ \text{»} = 1{,}85\\ \text{»} = 1{,}79\end{array}\right\} 1.80$$

I succhi delle piante del litorale hanno dunque una concentrazione salina maggiore dei corrispondenti esemplari dell'interno. Però detta differenza non è rigorosamente costante e spesso avviene, che, dipendentemente da condizioni diverse di ambiente, esposizione al sole, ai venti, ecc. diminuisca molto, e diventi zero, o negativa.

Così ebbi:

30 Agosto 1907 — Littorale della Plaia —
Piante fiorite $\Delta = 1{,}80$
» $= 1{,}76$

30 Agosto 1907 — Discariche $\Delta = 1{,}98$
» $= 1{,}84$

Ma nonostante queste oscillazioni in più od in meno sulle medie rispettive, la massa dei valori crioscopici ottenuti conferma che esiste una grande differenza fra la concentrazione salina dei succhi delle piante del lido e quelle delle discariche dell'interno. Epperò ne avverte che detta differenza non dipende da cause accidentali, quali sarebbero l'esposizione delle piante o il loro diverso grado di maturità nel momento dell'esperimento, ma particolarmente dalla differente qualità dei sali contenuti in soluzione.

Basterà dare uno sguardo ai seguenti valori:

Discariche di S. Guglielmo	Lido
Δ = 1,14	Δ = 1,76
» = 1,22	» = 1,80
» = 1,24	» = 1,84
» = 1,26	» = 2,08
» = 1,76	» = 2,32
» = 1,78	» = 2,56
» = 1,80	» = 2,76

Ora, data la differente natura chimica del substrato sul quale le piante si considerano, ricco di Carbonato di Calcio l'uno (*discariche*), di sali di Sodio, l'altro, (littorale), s'intuisce facilmente che la minore concentrazione salina dei succhi delle piante cresciute sulle discariche, è dovuta alla presenza del Calcio (carbonato, solfato, ossalato) a causa del suo peso molecolare più elevato per rispetto a quello del Sodio.

E indipendentemente dalla forma salina sotto la quale possono trovarsi il Calcio ed il Sodio nella pianta, basterà ricordare che i pesi molecolari di questi due elementi sono:

Ca = 39,90 Na 23

Così essendo, l'abbassamento del punto crioscopico nelle piante delle discariche calcari, ne avverte che i sali di Calcio vi hanno sostituito quelli di Sodio e che, pertanto, vi hanno anche assunta quella funzione *qualunque* che i secondi hanno nelle piante del littorale (1).

Analisi chimica

31 Luglio 1907. — Si tolsero dal lido della Plaia e dalle discariche calcari numerosi esemplari già fioriti di *Salsola Tragus* L. Con dette piante si composero opportunamente dei campioni distinti di Foglie, Fusti e Radici.

Sottoposti all'analisi si ebbe:

---

(1) Casu A. — Circa il valore nutritizio del sale marino nelle piante alofite. — *Ann. di Bot.* Vol. VI, fasc. I, pag. 4.

Salsola Tragus L.	In 100 parti di pianta viva		
	Acqua	Ceneri	Sostanza org.
Foglie - Littorale	83,116	4,006	18,878
Discariche	78,557	4,737	16,728
Fusti - Littorale	72,918	3,785	23,400
Discariche	68,318	4,811	26,771
Radici - Littorale	41,765	3,247	54,988
Discariche	48,082	2,853	49,065

Da questi primi risultati dell'analisi comparata scaturisce che:

a) Le piante del littorale erano più ricche di acqua;

b) Le piante del littorale hanno dato una minore quantità di ceneri;

c) Le piante del littorale hanno dato una maggiore quantità di sostanza organica.

Non mi fermo a discutere il significato particolare di questi risultati considerati in rapporto alla vegetazione della pianta, poichè l'interpretazione generale ne è stata data altrove (1) per ricerche analoghe. Qui osserverò solo che le piante delle discariche calcari hanno dato per i fusti e per le foglie una maggiore quantità di c neri in confronto a quella ottenuta dalle piante del littorale, mentre l'acqua vi si trovava in proporzione inversa. Questo parrebbe deporre contrariamente a quanto è stato affermato altrove (2), e secondo cui « *la percentuale dell'acqua contenuta dalla pianta si rivela in quantità proporzionale alle sostanze saline residuata nelle ceneri* », ma ciò non è che in apparenza, e l'eccezione si spiega osservando che, data la differente natura chimica del substrato sul quale crebbero le piante, esse debbono contenere sali in quantità e qualità diversa, e che pertanto i sali di Calcio (*carbonato, solfato, ossalato*), che possono trovarsi nelle piante delle discariche sono meno igroscopici dei sali di Sodio, Potassio e Magnesio che le stesse piante contengono allorchè vegetano nel litorale. La proporzionalità diretta, cioè, tra la quantità dell'acqua e quella delle sostanze saline sussiste sempre, purchè queste ultime sieno igroscopiche.

---

(1) Casu A. — Resistenza fisiologica della Flora delle Saline all'azione del sale marino. — *Ann. di Bot.* Vol. V. fasc. II, pag. 342.

(2) Casu A. — Loc. cit. — *Ann. di Bot.* Vol. VI, fasc. I, p. 15.

Analisi delle ceneri. — Quest'analisi è stata limitata alla determinazione del *Calcio* e del *Cloro*, e la quantità di quest'ultimo è stata assunta come indice dei *Cloruri* contenuti dalle piante delle discariche e del littorale.

Si ebbe :

Salsola Tragus L.		In 100 parti di pianta viva		
		Ceneri	Calcio	Cloro
Foglie -	Littorale	4.006	0.372	0.549
	Discariche	4.737	0,733	0.389
Fusti -	Littorale	3,785	0,241	0,484
	Discariche	4.811	0.769	0,251
Radici -	Littorale	3,247	0,208	0.176
	Discariche	2,853	0,433	0,076

Questi dati ci permettono di formarci un criterio esatto di ciò che sono il Calcio ed il Cloro, quantità e distribuzione, nelle piante in esame. Riassumendoli, si ha :

a) Le piante delle discariche calcari contengono il doppio di calcio che nelle piante del littorale ;

b) Le dette piante delle discariche contengono la metà del Cloro delle piante del littorale.

Il calcio sostituisce, dunque, nelle piante delle discariche la metà dei Cloruri che le stesse contengono allorchè vegetano nel littorale. E questo è quanto ne interessava accertare.

Distribuzione del Calcio e del Cloro nelle divevse parti delle piante

Le presenti analisi dimostrano anche il modo come il Calcio ed il Cloro sono distribuiti nelle foglie, fusti e radici della pianta viva; e dipendentemente dalla diversa capacità volumetrica di ciascuna di queste tre parti, il Calcio ed il Cloro, come già gli elementi tutti delle ceneri, sono contenuti in quantità maggiore nelle foglie e minore nelle radici. E più propriamente, il Calcio vi è contenuto in quantità quasi doppia, ed il Cloro in quantità tripla. Ma se consideriamo questi valori nella composizione centesimale delle ceneri, si vede che essi tendono ad uniformarsi.

Si ha infatti:

Salsola Tragus L.	In 100 parti di ceneri					
	Radici		Fusti		Foglie	
	Calcio	Cloro	Calcio	Cloro	Calcio	Cloro
Littorale	6,405	5,769	6,367	12,787	9,286	13,704
Discariche calcari	15,177	1,663	15,984	5,217	15,476	8,236

Questi dati dimostrano:

a) *Il Calcio si rivela con una percentuale quasi costante nella composizione salina dei tessuti delle diverse parti di una stessa pianta, e solo nelle foglie delle piante del littorale pare far eccezione;*

b) *Il loro* (*libero, allo stato di acido, di sale*) *è contenuto in quantità minore nelle radici, maggiore nelle foglie e media nei fusti di tutte le piante;*

c) Nella composizione salina delle tre parti delle piante il Calcio si rivela sempre in quantità più che doppia nelle piante delle discariche, mentre il Cloro vi assume un contegno inverso.

Conclusioni

I risultati delle presenti analisi dimostrano:

a) La *Salsola Tragus* L. che vegeta sulle discariche calcari vi trova il Cloro, e lo assorbe, in quantità sufficiente alla sua regolare vegetazione;

b) La metà dei Cloruri che la *Salsola Tragus* L. assorbe nel littorale, è sostituita nelle discariche calcari da un'equivalente di sali di Calcio.

⁂

Mi è caro ringraziare il Prof. L. Francesconi, Direttore dell'Istituto di Chimica Generale, per avermi concesso l'uso del Gabinetto e del materiale necessario per le presenti analisi, e l'Assistente Dr. Columbano per il valido aiuto prestatomi.

Spiegazione delle tavole

Tav. IV. — Vegetazione di *Salsola Tragus* L.
- *a)* strada nuova a mezza costa soprastante al fossato di San Guglielmo (*Santu Lemmu*).
- *b)* discarica del materiale calcare di scavo.
- *c)* muro di cinta della pineta « Visconte Asquer ».

Tav. V. — Cespuglio di *Salsola Tragus* L. sulla sabbia del lido parzialmente coperto da frustoli di *Posidonia Caulinii* König.

« Biologica » Vol. II — N. 7

Istituto di Zoologia e Anatomia e Fisiologia comparate della R. Università di Cagliari
diretto dal Prof. Ermanno Giglio-Tos

Dott. **Enrico MARA**

Sulla cloaca e ghiandole annesse del maschio di EUPROCTUS RUSCONII (Gené)

(Tav. VI)

È noto che nella maggior parte degli anfibi urodeli non esiste un vero accoppiamento, ma i prodotti sessuali maschili, riuniti in spermatofori di forma svariata, vengono assorbiti dalla cloaca delle femmine. Così non è in *Euproctus Rusconii* dove invece l'accoppiamento ha luogo in modo caratteristico. Durante il periodo degli amori il maschio afferra trasversalmente con la bocca la parte anteriore dell'addome della femmina e, facendo subire al suo corpo una torsione intorno alla linea mediana, fa in modo che la sua apertura cloacale aderisca all'apertura cloacale femminile. In tale posizione restano per un tempo più o meno lungo — spesso delle giornate — e lo sperma ha modo di penetrare nella cloaca femminile direttamente, senza venire a contatto con l'esterno e sprovvisto dei rivestimenti mucilaginosi che costituiscono le solite spermatofore.

M. Heidenhain ⁽¹⁾ ha fatto conoscere in alcune specie di *Triton* (*T. cristatus, T. alpestris, T. taeniatus, T. elveticus*) le varie sorta di glandole cloacali di cui alcune stanno in

---

(1) Heidenhain M. — Beiträge zur Kenntniss der Topographie und Histologie der Kloake und ihrer drüsigen Adnexa bei den einheimischen Tritonen, in *Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. 35, 1890, pp. 173-247.

rapporto con la formazione della spermatofora. Mancando in *Euproctus Rusconii* questa formazione era dunque interessante esaminare se mancassero pure quelle stesse sorta di ghiandole descritte dallo Heidenhain: e ciò appunto ho creduto opportuno di fare nel presente studio.

⁂

Anatomia e topografia del tubercolo cloacale

Il tubercolo cloacale fuoriesce dal cingolo pelvico e si dirige in dietro ed in basso in direzione della coda. Per circa due terzi della sua lunghezza — e cioè nel terzo anteriore e nel terzo medio — aderisce alla faccia ventrale della porzione radicale della coda. Nel terzo posteriore è libero e volge leggermente in alto presentando una leggiera curva. Allo stato di riposo il tubercolo cloacale (lungo da 5 a 7 mm) ha un aspetto flaccido e mal si presta ad uno studio morfologico che riesce invece molto più facile dopo la fissazione nel sublimato picro-acetico ed il conseguente indurimento. Tuttavia anche nel tubercolo cloacale degli individui vivi possiamo distinguere:

a) una faccia dorsale;
b) una faccia ventrale;
c) due faccie laterali;
d) un apice;
e) una base.

La faccia dorsale guarda la faccia ventrale della coda. È leggermente concava e possiamo dividerla in tre porzioni: anteriore, media e posteriore; è libera solo nella porzione posteriore e con la porzione media e con l'anteriore aderisce alla faccia ventrale della coda per mezzo della pelle. Al momento dell'accoppiamento ha luogo l'erezione del tubercolo che accentua la sua curva in seguito a questa aderenza.

La faccia ventrale, opposta alla faccia dorsale, è la più lunga. Essa è leggermente convessa, di color biancastro o bianco-roseo, e raramente è provvista di qualche macchia di pigmento. Le faccie laterali sono alquanto convergenti verso l'apice; nella loro metà anteriore sono intensamente pigmentate e sono invece prive di pigmento nella metà posteriore.

L'apice, alquanto arrotondato, nella sua parte dorsale contiene lo sbocco della cloaca, vale a dire la fessura cloacale.

La base o radice del tubercolo è la parte più ingrossata ed è del tutto racchiusa dal cingolo pelvico.

Fessura cloacale

La fessura cloacale non ha una forma costante: generalmente ha la forma di una stella a tre od a quattro raggi che vengono limitati da ripiegature carnose a forma di labbra. Se la fessura ha la forma di una stella a tre raggi si possono distinguere un raggio anteriore e due laterali. Il raggio anteriore è situato secondo il maggior asse del tubercolo ed è delimitato da due labbra che vanno divaricandosi a mano a mano che si procede verso l'apice, fino a costituire il labbro anteriore di ciascun raggio laterale. Un lembo triangolare posteriore, col vertice in avanti, forma con i due lati adiacenti al vertice le labbra posteriori dei raggi laterali.

Se la fessura ha invece la forma di una stella a quattro raggi, oltre il raggio anteriore ed i raggi laterali si nota anche un raggio posteriore opposto all'anteriore, con l'estremità diretta verso l'apice del tubercolo. In questo caso la divaricazione delle labbra che delimitano il raggio anteriore è maggiormente accentuata, e come le labbra anteriori dei raggi laterali non sono altro che la continuazione delle labbra del raggio anteriore, così le labbra posteriori degli stessi raggi laterali sono formate dai prolungamenti delle labbra del raggio posteriore.

Le labbra che limitano i raggi della fessura cloacale contribuiscono a rendere aderente il tubercolo maschile alla cloaca femminile all'atto dell'accoppiamento. Esse delimitano infine una cavità irregolarmente infundibuliforme che io chiamerò camera cloacale. Questa camera cloacale non è altro che la continuazione del canale cloacale o tubo cloacale che verso l'apice si allarga a forma d'imbuto.

Anatomia interna

Il tubercolo, privo della pelle, appare di un color biancastro ed è largamente irrorato da due considerevoli vasi sanguigni che mandano una fitta rete di ramificazioni in tutte le direzioni. Un afflusso di sangue in questi vasi arrossa alquanto il tubercolo cloacale e ciò è causa non ultima della erezione di esso al momento dell'accoppiamento.

Corrispondentemente alle faccie che notiamo nel tubercolo rivestito della pelle nel tubercolo nudo notiamo:

a) una faccia dorsale;
b) una faccia ventrale;
c) due facce laterali;
d) un apice;
e) una base.

Nella faccia dorsale si vedono fasci di fibre muscolari striate che legano il tubercolo alla faccia ventrale della coda. La faccia ventrale presenta per tutta la sua lunghezza un rilievo mediano poco marcato.

La base o radice del tubercolo, visibile solo previa disarticolazione delle ossa del bacino, è costituita da due grosse masse tondeggianti disposte ai lati del rilievo mediano. Queste masse, di natura ghiandolare, sono, come vedremo in seguito, le ghiandole dorsali.

Nella faccia ventrale notiamo inoltre numerosi tubicini che appartengono ad un'altra specie di ghiandole che io chiamerò ghiandole apicali.

Nello studio delle ghiandole annesse alla cloaca dei Triton lo Heidenhain enumera tre sorta di ghiandole: Bauch - Becken - e Kloakendrüse, ossia ghiandole ventrali, ghiandole del bacino e ghiandole cloacali. Ora, nè delle prime, nè delle seconde io ho potuto rilevare l'esistenza nell'Euproctus; analogia con le ghiandole cloacali ho ritrovato in quelle che io ho chiamato ghiandole dorsali. Ho trovato inoltre delle altre ghiandole, le ghiandole apicali, che lo Heidenhain non ha riscontrato nei Triton.

Studieremo intimamente queste ghiandole più oltre.

Praticando un'incisione nella faccia ventrale del tubercolo, lungo il rilievo mediano, si penetra nel tubo cloacale che possiamo dividere in tre porzioni:

a) porzione basale o anteriore;
b) porzione mediana;
c) porzione apicale o posteriore.

La porzione basale od anteriore ha un decorso rettilineo con lume irregolare. In essi notiamo tre setti abbastanza sviluppati, di cui uno si addossa alla parete dorsale e due invece alle pareti laterali. Tra i due setti laterali esiste un numero di pliche che varia da cinque a sette.

La porzione mediana è leggermente ricurva e questa curva corrisponde a quella della faccia ventrale del tubercolo. In questa porzione il lume si restringe nella metà anteriore per allargarsi di nuovo in un tubo quasi cilindrico nella metà posteriore, dove terminano tanto i setti che le pliche.

La porzione apicale o posteriore, a lume quasi cilindrico, si curva bruscamente in alto e sbocca nella camera cloacale.

Nella porzione anteriore si trovano gli sbocchi degli ureteri e dei condotti deferenti. A questo proposito devo notare che il Wiedersheim (1) nel suo lavoro fa notare che gli ureteri sboccano nei condotti seminali e che questi ultimi poi sboccano in un canale unico che di conseguenza porterebbe alla cloaca due specie di prodotti: lo sperma e l'urina.

L'A. in questo punto è in errore, perchè a me consta, dalle mie osservazioni e dai preparati, che gli ureteri non solo non sboccano nei condotti deferenti, ma che i condotti deferenti non si riuniscono in un canale unico prima di entrare nel tubo cloacale, ma hanno due sbocchi separati; ed altrettanto avviene degli ureteri. Si hanno così nella porzione basale del tubo cloacale quattro fori che ci rappresentano gli sbocchi di due ureteri e di due condotti deferenti. La figura 4 mostra chiaramente quattro fori ben distinti:

---

(1) Wiedersheim R. — Bemerkungen zur Anatomie der Euproctus Rusconii, in *Ann. Mus. Civ. Stor. Nat.*, Genova, Vol. VII, 1875.

due appartenenti agli ureteri e due ai condotti deferenti, di uno dei quali vediamo nettamente lo sbocco nella cloaca. L'uretere di destra e quello di sinistra dopo aver percorso un certo tratto paralleli rispettivamente al condotto deferente di destra ed a quello di sinistra, e dopo aver ricevuto in questo loro percorso il contenuto di altri numerosi canalicoli urinarii e dei condotti di Müller, vanno a sboccare nella cloaca. Questo sbocco avviene dietro due speciali protuberanze papilliformi ben sviluppate che potremo chiamare papille uro-spermatiche. Queste papille si trovano ai lati del setto dorsale del tubo cloacale ed in esse avviene lo sbocco dei condotti deferenti.

Poco prima che il setto sbocchi nella cloaca riceve lo sbocco della vescica urinaria.

Istologia del tubercolo

Il tubercolo cloacale è rivestito della pelle. Questa è composta di due strati:

a) esterno od epidermico;

b) interno o dermico.

Lo strato epidermico è formato da tre serie di cellule più o meno appiattite. Esso penetra nella fessura cloacale ove va a mano a mano trasformandosi in un epitelio che tappezza il tubo cloacale. Questo passaggio graduale fa sì che non si trovi una linea netta di divisione tra epidermide ed epitelio; non possiamo cioè precisare il punto in cui cessa l'una ed incomincia l'altro.

Lo strato interno o dermico è costituito da uno strato di connettivo di spessore poco più che doppio dello strato epidermico. In questo strato, e specialmente verso il punto di separazione dell'epidermide dal derma, si trovano numerosissimi vasi sanguigni.

Nella massa del connettivo vediamo inoltre allogate delle ghiandole cutanee.

Immediatamente sotto allo strato dermico della cute sta lo strato muscolare, formato di un sottilissimo strato di fibre muscolari liscie.

Asportando la pelle troviamo una massa di tessuto connettivo reticolare, le cui cellule mandano una ricca rete di fibre che si intrecciano variamente fra di loro, delimitando degli spazii lacunari che vengono occupati dalle ghiandole dorsali e dalle ghiandole apicali. Questo tessuto si trova abbondante fra queste ultime ghiandole e scarseggia invece fra le altre. Esso si estende verso l'interno fino ad avvolgere il tubo cloacale.

Il tubo cloacale è costituito da una parete in cui si notano tre strati:

a) strato esterno;
b) strato medio;
c) strato interno.

Lo strato esterno è formato da fibre muscolari longitudinali che cominciano ad apparire prima ancora dello sbocco della vescica nel retto. Questo strato possiamo dire che non sia altro che una dipendenza della tonaca muscolare dell'intestino la quale manda due fasce che decorrono ai lati del tubo cloacale anche dopo che il retto è sboccato nella cloaca. Queste fasce muscolari si continuano fino alla porzione mediana del tubo cloacale.

Lo strato mediano è formato di un tessuto connettivo che si mantiene per tutto il decorso del tubo cloacale. Specialmente nella parte mediana e nella parte apicale questo strato alloga un gran numero di fibre muscolari circolari.

Il connettivo avvolge direttamente lo strato interno e sulla porzione basale forma un grosso ammasso la di cui sezione trasversale ha l'apparenza di un triangolo isoscele. Negli angoli di questi triangoli si vedono gli ureteri ed i condotti di Müller, e nella parte mediana della base i canali deferenti.

A cominciare dalla porzione basale si notano, nel vertice del triangolo, dei gruppi di cellule, specie di masse quasi sferiche che vanno facendosi più frequenti a mano a mano che si procede verso la parte mediana. Esse decorrono lungo i lati del triangolo formando due strisce che cercano di abbracciare il tubo cloacale e che si insinuano tra il tessuto muscolare ed il tessuto connettivo. Vanno poi scomparendo nella parte mediana e non troviamo più traccia di esse nella parte apicale. Si tratta delle cellule degli organi surrenali che furono inglobate nel tessuto connettivo in cui si trovano allogate. Questa asserzione è avvalorata dal fatto che noi, frammezzo ai reni, vediamo qualche rara massa di queste cellule che vanno a mano a mano interponendosi tra le due masse ghiandolari dorsali. Le ghiandole dorsali poi finiscono con l'isolarle totalmente dai reni cacciandole nel connettivo. Queste cellule degli organi surrenali hanno una forma irregolarmente tondeggianti con un corpo protoplasmatico poco considerevole e con un grosso nucleo generalmente spostato verso la periferia. (fig. 7)

Lo strato interno tappezza la parte interna del tubo cloacale. Esso è formato da un epitelio vibratile costituito da due serie di cellule: uno più interno di cellule vibratili ed uno più esterno di cellule rotonde od allungate.

Ghiandole dorsali

Le ghiandole dorsali si presentano sotto l'aspetto di due gomitoli. Sono costituite da un considerevole numero di tubi più o meno ravvolti su sè stessi e che, descrivendo una curva di spirale, si dirigono posteriormente in alto con un decorso molto meno sinuoso fino a sboccare nella cloaca. Esse secernono un umore che accompagna gli spermatozoi nella eiaculazione. La struttura di questi tubi non è uniforme per tutto il loro decorso e ciò perchè essi per un tratto hanno una funzione secretrice e nel resto funzionano da tubi escretori della sostanza secreta. La porzione secretrice è formata da un epitelio costituito da considerevoli cellule prismatiche con diametro longitudinale lungo circa tre volte il diametro trasversale. Il nucleo di queste cellule è grande ed è spostato verso la periferia della cellula. Il protoplasma ha una struttura fibrillare o granulosa, e lascia vedere una zona più chiara o più oscura verso la parte che guarda il lume del tubo a seconda che ha emesso o no la sostanza che ha elaborato.

In vicinanza del nucleo si nota la presenza di grossi granuli di una sostanza rifrangente. Queste cellule epiteliali sono addossate le une alle altre ed hanno la base interna più stretta della esterna ; la loro unione impartisce al tubo una forma perfettamente cilindrica tanto all'esterno come all'interno. La parte esterna della porzione secretice la troviamo rivestita da una sottilissima guaina di connettivo, con cellule a nucleo allungato.

Nella porzione conduttrice le cellule cambiano notevolmente di forma e di dimensione. La parete del tubo si riduce sino ad essere costituita da cellule con un nucleo a cui è unita una scarsa quantità di protoplasma. In questo tratto tra la guaiana di connettivo e l'epitelio interno notiamo uno strato di fibre muscolari che aderisce direttamente all'epitelio. La porzione conduttrice va a man a mano restringendo il suo lume finchè finisce col portare alla cloaca il suo contenuto che appare colorato in roseo dal picrocarminio.

Lo sbocco di queste ghiandole avviene nella porzione mediana del tubo cloacale, tanto nella parete dorsale quanto nelle pareti laterali. Nella parete dorsale sboccano a due a due od a tre a tre in piani che si sovrappongono regolarmente.

Così dorsalmente che lateralmente, la regione ove sboccano queste ghiandole appare come una protuberanza che si spinge verso la cavità del tubo cloacale. Queste ghiandole dorsali sono le uniche ghiandole corrispondenti a quelle che lo Heidenhain chiamò Kloakendrüse. Tale analogia possiamo pure rilevare specialmente dalla figura 4 della Tav. X annessa al lavoro dello Heidenhain.

Ghiandole apicali

Sono ghiandole che non hanno alcun riscontro con quelle descritte nelle varie specie di Triton. Sono costituite da tubi più sottili di quelli che formano le ghiandole dorsali. Essi non sono ravvolti a gomitolo, ma hanno un decorso pressochè rettilineo.

I primi accenni di queste ghiandole li troviamo nella porzione mediana del tubercolo e mentre le ghiandole dorsali scarseggiano sempre più. a mano a mano che si procede verso l'apice del tubercolo, le ghiandole apicali invece vanno sempre aumentando di numero fino ad occupare tutta la porzione apicale che è priva affatto di tubi delle ghiandole dorsali.

Nei tubi delle ghiandole apicali notiamo una notevole affinità di struttura con quelli delle ghiandole dorsali; così abbiamo anche qui una porzione secretrice ed una conduttrice.

La porzione secretrice è formata da cellule più piccole delle corrispondenti delle ghiandole dorsali, ma della stessa forma. Il nucleo occupa una gran parte della cellula e si trova anche qui spostato alla periferia.

Nella porzione secretrice abbiamo la guaina di connettivo e nella porzione conduttrice notiamo pure la presenza della guaina muscolare.

I tubi delle ghiandole apicali vanno a terminare nella porzione apicale del tubo cloacale; di essi però non ho potuto mai notare un vero sbocco. In prossimità dell'epitelio cloacale si obliterano ed è evidente che si aprono al momento della fuoruscita del liquido che è colorato in violetto dall'emallume.

Materiale e metodo di osservazione

Ho potuto compiere le mie ricerche con un materiale abbondante, tenuto in acquarii e conservantesi in ottime condizioni.

Per l'osservazione istologica e citologica mi sono servito come liquido fissatore del sublimato picro-acetico; per la colorazione delle sezioni ho avuto buoni risultati con la doppia colorazione dell'emallume e picro-carmino, e dell'emallume ed eosina.

Spiegazione delle figure

Fig. 1. — Sezione trasversale della porzione conduttrice di un tubo delle ghiandole dorsali. Obb. 2 mm. semi-apocr. Koristka, ocul. 1. Ingrand. 325 diam.

a) Cellule dell'epitelio;
b) Nuclei della guaina di connettivo;
c) Nuclei delle cellule che costituiscono la guaina muscolare.

Fig. 2. — Sezione trasversale del tubercolo nel punto in cui gli ureteri ed i condotti seminali stanno per sboccare nella cloaca. Obb. C Zeiss, ocul. 1. Ingrand. 70 diam.

a) Papille uro-spermatiche;
b) Ureteri;
c) Sbocco di un condotto seminale nella cloaca;
d) Condotto di Müller;
e) Condotti seminali.

Fig. 3. — Sezione trasversale della porzione secretrice di un tubo delle ghiandole apicali. Obb. 2 mm. semi-apocr. Koristka, ocul. 1. Ingrand. 275 diam.

a) Cellula epiteliale;
b) Lume del tubo;
c) Cellula in cariocinesi.

Fig. 4. — Sezione trasversale delle ghiandole dorsali e delle ghiandole apicali. Obb. A Zeiss, ocul. 1. Ingrand. 30 diam.

a) Ghiandole apicali;
b) Ghiandole dorsali.

Fig. 5. — Sezione di tubi delle ghiandole dorsali in uno dei quali si vedono le due porzioni: secretrice e conduttrice. Obb. C. Zeiss, ocul. 1. Ingrand. 70 diam.

a) Porzione conduttrice;
b) Porzione secretrice.

Fig. 6. — Due sbocchi delle ghiandole dorsali nella parete dorsale del tubo cloacale. Obb. C Zeiss, ocul. 1. Ingrand. 75 diam.

a) Tubo cloacale;
b) Sbocchi di due tubi.

Fig. 7. — Cellule degli organi surrenali. Obb. 2 mm. semi-apocr. Koristka, ocul. 1. Ingrand. 300 diam.

a) Cellula con nucleo ben distinto.

« *Biologica* » Vol. II — N. 8

Istituto di Zoologia ed Anatomia e Fisiologia comparate della R. Università di Cagliari
diretto dal Prof. Ermanno Giglio-Tos

Dott. **Agatina D'AMICO**

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA MORFOLOGICA ED ISTOLOGICA DELLA CLOACA E DEL RECEPTACULUM SEMINIS DI EUPROCTUS RUSCONII (Gené)

(Tav. VII)

È noto che, in generale, negli anfibi urodeli non ha luogo un vero e proprio accoppiamento e che l'introduzione dello sperma nella cloaca della femmina, nella maggior parte dei casi, avviene per mezzo di spermatofori più o meno complicati, che i maschi emettono nell'epoca degli amori e che vengono poi accolti dalle femmine.

Invece nell'*Euproctus Rusconii* (Gené), urodelo salamandrino della fauna sarda, ha luogo un vero e proprio accoppiamento caratteristico che si prolunga per diverse ore.

Si è osservato che questo accoppiamento precede di qualche mese la deposizione delle uova; cioè l'accoppiamento avviene in novembre, mentre le uova non sono deposte che in primavera.

Gli spermatozoi dunque non vengono a contatto colle uova prima di questo tempo; ed essendo stati introdotti precedentemente nella cloaca della femmina, è naturale il pensare che essi debbano essere conservati nella cloaca stessa o in qualche annesso della camera cloacale in cui trovino le condizioni adatte per mantenersi in vita fino all'epoca della maturazione delle uova.

In altri urodeli furono trovati appunto dei ricettacoli di natura ghiandolare in cui gli spermatozoi vivono alcuni mesi.

Nella *Salamandrina perspicillata* il Chiarugi (1) ha osservato un organo ghiandolare costituito da tubi, che sboccano nella cloaca e terminano a fondo cieco, nei quali sono contenuti numerosi spermatozoi.

Nel *Triton taeniatus* A. Stieda (2), nella *Salamandra maculosa* von zur Mühlen (3), nella *Salamandra atra* Siebold (4), nel *Necturus maculatus* Kingsbury (5) hanno trovato nelle pareti laterali dorsali della cloaca tubi che sboccano in essa e contengono spermatozoi.

Posto ciò era interessante ricercare se nella femmina di *Euproctus Rusconii*, come nei suddetti urodeli, esista un ricettacolo del seme annesso alla camera cloacale, e, nel caso affermativo, indagare quale relazione esso abbia colla cloaca e cogli ovidotti, quale sia la sua costituzione morfologica e quali particolarità degne di nota esso presenti. Questo appunto fu lo scopo del mio lavoro

Ebbi occasione di osservare individui giovani ed adulti ed ho potuto così notare, tra questi, rilevanti differenze morfologiche nelle pareti della camera cloacale e nello sbocco degli ovidotti.

---

(1) Chiarugi G. — Receptaculum seminis nella Salamandrina perspicillata. *Rendic. delle Adunanze dell'Accademia Medico-Fisica Fiorentina.* Seduta dell'8 marzo 1899. *Settimana medica.*

(2) Stieda A. — Uber die Kloake und das Receptaculum seminis der weiblichen Tritonen — Diss. Königsberg, 1891.

(3) Von zur Mühlen A. — Untersuchungen über der Urogenital apparat der Urodelen. — Dorpat, 1893.

(4) Siebold C. Th. — Ueber das Receptaculum der weiblichen Urodelen. — *Zeitscrift für wissensch. Zool.* Bd. IX, 1858.

(5) Kingsbury B. F. — The istological structure of the enteron of Necturus maculatus. — *Proceed. Americ. microscop. Society* Vol. XVI, pr. 1, pag. 19-64, 1894.

Tubercolo cloacale

a) *Anatomia*

Il tubercolo cloacale nella femmina di *Euproctus Rusconii* non presenta esternamente differenze notevoli dal tubercolo cloacale del maschio quale è stato recentemente descritto (1). Mi limiterò quindi a una descrizione molto sommaria.

È situato nella parte posteriore del tronco alla base della coda; all'esterno lascia distinguere:

a) una faccia dorsale;
b) una faccia ventrale;
c) due faccia laterali;
d) l'apice;
e) la base.

La faccia dorsale è quella che guarda la parte ventrale della coda; essa è per due terzi aderente alla coda per mezzo della pelle, l'altra porzione va lievemente assottigliandosi verso l'apice arrotondato, in cui si trova la fessura cloacale.

La faccia ventrale, opposta alla dorsale, e le due faccie laterali sono leggermente ricurve.

Divaricando le ossa del bacino si mette in evidenza la base o radice del tubercolo, che si presenta alquanto allargata.

Nell'individuo giovane il tubercolo, poco sviluppato, aderisce alla coda per tutta l'estensione della faccia dorsale.

All'interno il tubercolo presenta una cavità irregolare (tubo o camera cloacale) la quale comunica coll'esterno per mezzo della fessura cloacale. Questa camera cloacale può dividersi in due porzioni:

a) La prima che può dirsi la *vera cloaca*.
b) La seconda che può dirsi *extra cloacale*.

---

(1) Mara E. — Sulla cloaca e ghiandole annesse del maschio di *Euproctus Rusconii* (Gené) — *Biologica*, N. 7, 1908.

Dalla *vera cloaca*, la quale è la porzione più vicina alla fessura cloacale, prendono origine per evaginazione delle pareti (come appare dalle annesse fig. 1 e 2) alcuni tubi, che costituiscono il *receptaculum seminis*, del quale tratterò in seguito

Nella porzione *extra cloacale*, che si attacca all'intestino sboccano gli ovidotti.

Tutta la camera cloacale presenta una costituzione speciale data da pieghe più o meno pronunziate delle pareti.

Queste pieghe cominciano nella cloaca propriamente detta e precisamente a breve distanza dalla connessura posteriore e occupano la parete dorsale e quelle laterali della camera cloacale. Al loro inizio si vedono in sezione come quattro divaricazioni quasi uguali, a contorni irregolari.

Di queste, le due laterali vanno diventando sempre più profonde a mano a mano che si procede verso la parte extra cloacale, mentre le altre del centro vanno sempre diminuendo sino ad apparire come piccoli diverticoli delle due divaricazioni laterali.

Progredendo verso l'interno, circa nella porzione mediana della camera cloacale, le due divaricazioni sono così profonde da dare un aspetto caratteristico alla cavità cloacale; la quale in una sezione trasversale (fig. 1) appare divisa in tre porzioni.

La maggiore, più lunga che larga, è disposta trasversalmente all'asse principale della cloaca, le altre due con pareti irregolari si dirigono normalmente alla prima e sono molto lunghe e strette.

Invece nella femmina giovane le pieghe s'iniziano anche a breve distanza dall'apertura cloacale e, a differenza che nell'adulta, esse in principio si notano anche nella parte ventrale.

Si nota inoltre che in una sezione trasversale le divaricazioni sono in numero di sei e sono molto profonde; la cavità principale appare molto ristretta a forma circa di mezzaluna.

Procedendo ancora verso lo sbocco degli ovidotti le divaricazioni della parete ventrale diminuiscono fino a scomparire; quelle delle pareti laterali si vanno rimpicciolendo fino a diventare piccoli diverticoli, mentre due divaricazioni della parete dorsale si sviluppano al punto da far apparire in una sezione trasversale (fig. 2) la cavità principale divisa in tre parti; una disposta trasversalmente all'asse principale della cloaca, lunga, molto stretta, di forma irregolarmente semilunare, due in direzione normale alla prima molto lunghe, quasi tubolari, con limiti leggermente irregolari.

Nel lume della camera cloacale sporge una formazione speciale data dalla fusione delle pareti muscolari degli ovidotti, formazione caratteristica della quale parlerò in seguito. Invece nella porzione extracloacale d'una femmina giovane le divaricazioni della parete dorsale non scompariscono del tutto ma si riducono alquanto, allargando così la cavità principale che appare molto ristretta nella prima porzione. Manca inoltre la formazione data dalla fusione delle pareti degli ovidotti, i quali invece sboccano separatamente nella parete dorsale della cloaca come appare dall'annessa fig. 7.

Anche in altri urodeli si riscontra una costituzione della camera cloacale simile a quella descritta per *Euproctus Rusconii* femmina. Nel *Triton taeniatus,* ad es., U. Stieda(1) vide una piega che ha origine dalla parete dorsale e si prolunga verso la fine della cloaca.

Nella *Salamandra maculosa* invece Disselhorst(2) trovò le pareti della camera cloacale coperte da pieghe a forma di arco che non arrivano all'apertura cloacale esterna.

b) *Istologia*

Il tubercolo cloacale è rivestito esternamente da una sottile membrana, che è costituita da due strati:

a) Uno strato esterno o epidermico.

b) Uno strato interno o dermico.

---

(1) Loc. cit.

(2) Disselhorst R. — Ausführapparat und Anhangsdrüsen der männlichen Geschlechtsorgane, in *Lehrb. d. vergleich. mikroskop. Anatomie der Wirbeltiere.* v. A. Oppel.

L'epidermide è costituita da tre o quattro strati di cellule epiteliali: uno esterno di cellule appiattite con nucleo molto allungato (epitelio piatto); gli altri interni di cellule quasi cubiche con grosso nucleo e con protoplasma granuloso (epitelio pavimentoso).

Lo strato dermico è formato da un tessuto connettivo fittamente vascolarizzato, in cui sono sparse irregolarmente delle ghiandole.

Tra i due strati si nota il pigmento il quale è abbondante ai lati e va sempre diminuendo a mano a mano che si procede verso la faccia ventrale e l'apice del tubercolo cloacale.

La membrana che riveste esternamente il tubercolo è analoga alla pelle, che ricopre tutto il corpo; però differisce da essa per la minore quantità di pigmento, per il numero delle ghiandole, che nella pelle è maggiore, e per la maggiore vascolarizzazione dello strato di connettivo appartenente al tubercolo.

Le pareti della camera cloacale sono formate da:

a) Uno strato interno (epiteliale).
b) Uno strato medio (del connettivo).
c) Uno strato esterno (muscolare).

Lo strato epiteliale che tappezza la cavità cloacale è del tutto simile all'epitelio esterno: ciò si collega al fatto dell'origine ectodermica di questa parte.

L'epitelio esterno si ripiega verso l'interno, dove si vede formato da tre o quattro strati di cellule piatte quasi cubiche, relativamente grandi, e con grosso nucleo basale; poi sensibilmente si trasforma nell'epitelio monostratificato della porzione extracloacale e quindi nell'epitelio ghiandolare dell'intestino. Si nota anche che gli elementi cellulari vanno gradatamente rimpicciolendo dall'esterno verso l'interno.

Lo strato medio è formato da tessuto connettivo con elementi allungati.

Lo strato esterno consta di tessuto muscolare formato da fibre liscie longitudinali.

Receptaculum seminis

Il *receptaculum seminis* negli anfibi urodeli è un annesso cloacale delle femmine, nel quale vengono conservati gli spermatozoi per un tempo più o meno lungo.

È generalmente costituito da tubi che sboccano nella cloaca e terminano a fondo cieco, i quali possono anche essere internamente rivestiti da un epitelio ghiandolare che probabilmente secerne una sostanza adatta a mantenere in vita gli spermatozoi che in essi si trovano.

Questo importante organo si riscontra in diverse specie di urodeli, non escluso *Euproctus Rusconii,* come ho potuto rilevare dalle osservazioni fatte nelle sezioni trasversali del tubercolo cloacale.

Prima di esporre il risultato di tali osservazioni riassumerò brevemente quanto da altri autori fu detto sul ricettacolo del seme di altri urodeli.

Nella *Salamandra maculosa* V. Zur Mühlen (1) trova il *receptaculum seminis* costituito da quasi 40 tubi che occupano la parte anteriore e laterale della cloaca. I tubi terminano a fondo cieco, hanno un decorso breve (4 o 5 mm.) e poco tortuoso. L'autore non trovò in essi spermatozoi.

Disselhorst (2) aggiunge che questo importante gruppo ventrolaterale non esiste ancora nella commessura posteriore della cloaca e che gli ultimi tubi arrivano fino all'altezza della prima terza parte della cloaca e contengono numerosi spermatozoi. Nota anche che le cellule che rivestono il ricettacolo costituiscono un epitelio caratteristico del tutto diverso da quello della cloaca. È un epitelio cilindrico che dentro i tubi ripieni di spermatozoi presenta un notevole appiattimento. Aderenti alle pareti dei tubi si trovano delle cellule vescicolose che bisogna considerare come ghiandole particolari.

---

(1) Loc. cit.

(2) Loc. cit.

Nel *Triton taeniatus* Stieda (1) trova il ricettacolo composto da tubi che sono in numero di 15 per ogni lato della cloaca. La parete dei tubi, secondo la descrizione di questo autore, è costituita da un sottile e tenue tessuto connettivo che talvolta è coperto dalle cellule del pigmento.

Nella *Salamandrina perspicillata* Chiarugi (2) descrive il ricettacolo come un organo ghiandolare applicato alla parete dorsale della cloaca, formato da una serie longitudinale di tubi che finiscono a fondo cieco e sboccano nell'apertura della cloaca per mezzo d'un orifizio ad imbuto: essi sono rivestiti da cellule epiteliali cilindriche quasi cubiche con un grosso nucleo basale e con protoplasma a struttura spongiosa.

Nella *Salamandra atra* Siebold (3) e nel *Necturus maculatus* Kingsbury (4 hanno trovato tubi ghiandolari che contengono spermatozoi, finiscono a fondo cieco e sboccano nella cloaca per mezzo di orifizii di varie forme.

Come ho già detto, anche la femmina di *Euproctus Rusconii* possiede un vero ricettacolo del seme, il quale per posizione e per forma presenta un'analogia colle ghiandole che sono annesse alla cloaca del maschio.

È composto d'un numero vario di tubi (in sezione non se ne contano mai più di venti) che si possono considerare come diverticoli molto allungati della parete dorsale e delle pareti laterali della cloaca.

Questi tubi sono disposti in diverse serie ed hanno origine in punti diversi della camera cloacale.

I primi, gli anteriori, s'iniziano nella vera cloaca e propriamente nella porzione in cui le divaricazioni sono molto profonde (fig. 1, 2); gli altri hanno origine ancora più in alto verso l'interno; gli ultimi, i posteriori, nella porzione extracloacale, a breve distanza dallo sbocco degli ovidotti.

---

(1) Loc. cit.

(2) Loc. cit.

(3) Loc. cit.

(4) Loc. cit.

Hanno un decorso breve e leggermente tortuoso; alcuni nell'ultimo tratto del loro decorso si biforcano dando origine a due brevi ramificazioni; tutti finiscono lateralmente a fondo cieco.

Lo sbocco dei tubi nella cloaca non è sempre uniforme; in alcuni il lume si restringe in maniera graduale e quindi il tubo si converte in un canalicolo, che si apre con un orifizio ad imbuto nelle pareti laterali della cloaca; invece in altri il lume è di spessore costante in tutto il decorso.

La struttura istologica dei tubi è relativamente semplice; essi sono rivestiti da un epitelio monostratificato costituito da cellule piatte, quasi cubiche, con grosso nucleo basale e con protoplasma granuloso.

Tali cellule appariscono identiche a quelle dell'epitelio della cloaca.

Non potei osservare in esse una vera struttura ghiandolare caratteristica, nè esistono aderenti alle pareti dei tubi cellule isolate che si possano considerare come ghiandole particolari.

I tubi sono ripieni di spermatozoi, che trovano in essi condizioni adatte per mantenersi in vita tanto che, come ho detto, le uova vengono fecondate e deposte parecchio tempo dopo che è avvenuto l'accoppiamento.

Lo sbocco degli ovidotti e lo sbocco dei tubi posteriori del ricettacolo si trovano a breve distanza l'uno dall'altro.

Molto probabilmente quindi, gli spermatozoi ricettati nei tubi fuoriescono da essi per la pressione che le uova, uscendo dagli ovidotti, esercitano sulle pareti della cloaca.

Questi ovidotti sono di color bianco gialliccio, sono molto lunghi, fittamente aggrovigliati e ripiegati su sè stessi: a mano a mano che si avvicinano allo sbocco nella cloaca, diventano meno tortuosi.

Decorrono paralleli all'asse principale del corpo e sempre isolati e ben separati si dirigono verso la cloaca; prima di sboccare in essa riuniscono per un breve tratto le loro pareti formando una vescica la quale per posizione e per forma si presenta come un utero; così uniti si avanzano nella camera cloacale. Così si esprime il Viedersheim, (1) ma in realtà non si tratta di un vero utero, costituito, come è noto, dall'ultimo tratto degli ovidotti che, unendosi, vengono a dare origine a un'unica cavità; in questo caso non si ha che l'unione delle pareti degli ovidotti e l'ispessimento delle pareti stesse, di modo che dell'utero si ha solo l'apparenza.

La vera costituzione di questa formazione apparisce assai chiara nelle sezioni trasversali, nelle quali si nota che gli ovidotti decorrono sempre separatamente e separatamente sboccano nella cloaca.

Essi uniscono prima le loro pareti laterali interne formando un'unica parete, quindi uniscono questa parete colla parete dorsale dell'intestino (come appare nella fig. 5) poi immettono nell'ultimo tratto dell'intestino e proseguono nella porzione extracloacale della cloaca (come si vede nella fig. 6) e quivi sboccano separatamente.

Nella femmina giovane invece manca la formazione caratteristica, data dall'unione delle pareti degli ovidotti e dal loro decorso attraverso alla camera cloacale.

Gli ovidotti uniscono prima le loro pareti laterali interne formando una sola parete, poi uniscono questa parete colla parete dorsale dell'intestino; però non penetrano così uniti nell'intestino e quindi nella cloaca, ma sboccano separatamente nella parte dorsale dell'intestino (come si vede nella fig. 7) nel punto in cui si nota la transizione dell'epitelio ghiandolare dell'intestino nell'epitelio piatto della cloaca

Le pareti interne degli ovidotti si presentano con contorni frastagliati e irregolari.

La loro struttura istologica differisce poco da quella della cloaca; sono costituiti da tre strati:

Uno strato interno (epiteliale);

Uno strato medio (di tessuto connettivo);

Uno strato esterno (muscolare).

Lo strato interno è formato da un epitelio che non è sempre uguale in tutto il decorso dell'ovidotto.

---

(1) Wiedersheim — Bemerkungen zur Anatomie des Euproctus Rusconii, in *Annali del Museo Civico di storia naturale di Genova.* Vol. VII. 1875.

Nella parte anteriore e media dell'ovidotto si presenta costituito da tre o quattro strati di cellule piatte quasi cubiche, con grosso nucleo basale e con protoplasma a struttura spongiosa.

Nella porzione ultima dell'ovidotto l'epitelio diventa monostratificato; le cellule che lo costituiscono sono più piccole con nucleo relativamente grande e con protoplasma granuloso.

Lo strato del connettivo è costituito da un tessuto lasso e forma uno strato di spessore ineguale più o meno esteso a seconda che penetra o no nelle insenature formate dall'epitelio.

Lo strato muscolare avvolge come un anello tutto l'ovidotto; è costituito da fibre lisce fiattamente intrecciate tra di loro e disposte circolarmente.

L'esterno risulta di uno o due strati epiteliali, che in principio sono cellule identiche a quelle dell'intestino, e poi si trasformano gradualmente in cellule identiche alle cellule epiteliali che rivestono anche le pareti della cloaca.

Allo strato esterno segue un sottile strato medio di tessuto connettivo e quindi uno strato interno muscolare che è la continuazione dello strato muscolare che avvolge gli ovidotti.

⁂

Ho potuto compiere le mie ricerche su materiale conservato in acquari.

Le osservazioni furono fatte a fresco su individui narcotizzati con cloroformio e sulle sezioni del tubercolo cloacale.

Come liquido fissatore fu usato il sublimato pricroacetico, come coloranti l'emallume e l'emallume e picrocarminio.

Spiegazione delle figure

Cloaca e Receptaculum seminis di Euproctus Rusconii (*Gené*) — Le figure 1, 2, 5, 6, 7 furono ottenute con l'obb. A Zeiss, ocul. 1. La figura 5 con l'obb. A, ocul. 1. La figura 3 con l'obb. C Zeiss. ocul. 1. La figura 4 con semiapocromatico imm. omog. 1[15 Koristka, oculare comp. 4.

Fig. 1. — Sezione trasversale del tubercolo cloacale di un individuo adulto nella regione della vera cloaca; *rs* tubo del Receptaculum seminis, *rS* sbocco di un tubo nella cloaca, *Ccl* camera cloacale.

Fig. 2. — Sezione trasversale del tubercolo cloacale di un individuo giovane nella regione della vera cloaca; *rs* tubo del Receptaculum seminis, *Ccl* camera cloacale.

Fig. 3. — Tubi del Receptaculum seminis contenenti spermatozoi.

Fig. 4. — Un tubo del Receptaculum seminis con spermatozoi.

Fig. 5. — Sezione trasversale degli ovidotti e dell'intestino; *rn* rene, *ov* ovidotti, *bl* parete della vescicola, *its* intestino.

Fig. 6. — Sezione trasversale della porzione extracloacale e della vescicola di un individuo adulto; *bl* vescicola, *ov* ovidotti.

Fig. 7. — Sezione trasversale della porzione extracloacale e della vescicola di un individuo giovine; *Ccl* camera cloacale, *ovS* sbocco degli ovidotti.

« *Biologica* » Vol. II — N. 9

Clinica oculistica della R. Università di Torino diretta dal Prof. C. Reymond

Dott. **Orlando PES**
Libero docente ed Aiuto

Ricerche embriologiche ed istologiche sulla fina anatomia della sclerotica

(Tav. VIII - XX)

La vescicola ottica primitiva, oltrechè avere nelle sue pareti gli stessi caratteri istologici delle pareti delle vescicole cerebrali, è, come queste, immersa nella stessa massa di tessuto connettivo embrionale.

Questo connettivo, quando si inizia la formazione della vescicola ottica secondaria e, con questa, anche della vescicola cristallinica, presenta alcuni mutamenti i quali, in generale, si manifestano con un addensamento di cellule attorno al calice oculare.

Queste, pur essendo più numerose, hanno nuclei tondeggianti e prolungamenti protoplasmatici assai esili, ramificati, unentisi con quelli delle cellule vicine; quelle invece che circondano le pareti delle vescicole cerebrali appaiono già disposte in foglietti, laminate, con nuclei molto ovali e lunghi prolungamenti.

I corpuscoli connettivi su i quali si assidono le cellule pigmentate della prossimale, tendono ad assumere la forma fusata, anch'essi a lunghi prolungamenti polari, e le cellule che limitano le piccole lacune vascolari dimostrano i caratteri dell'endotelio.

Nella figura 1 troviamo riprodotti questi fatti riferentisi al connettivo che avvolge la vescicola ottica secondaria nel periodo di sviluppo dell'embrione di pollo dal terzo al quarto giorno.

Coll'ulteriore sviluppo l'addensamento aumenta, non solo per il maggiore numero di elementi cellulari ma anche per il maggior sviluppo delle loro espansioni protoplasmatiche le quali diventano più consistenti; ma non si osserva per ciò ancora alcun cenno di formazione di membrana.

Il Ritter osservò questo fatto anche nell'embrione umano di cinque settimane.

Vi fu chi, nell'addensamento di cellule connettivali attorno alla vescicola ottica secondaria, volle riconoscere l'effetto di azioni meccaniche secondarie allo sviluppo del calice oculare. A noi pare più verosimile invece ricercarne la causa nella proliferazione attiva di tutti i tessuti agli effetti dell'accrescimento generale dell'organo. Non dobbiamo infatti dimenticare che tutto lo stipamento di queste cellule di connettivo embrionale, non stratificate nè ancora differenziate, costituisce la riserva necessaria alla successiva formazione della tunica vasculosa, della sclerotica e cornea, di membrane tendinose, di muscoli, cartilagini ed ossa.

Dal quarto al sesto giorno, nell'embrione di pollo, e dalla quarta alla quinta settimana nell'embrione umano, noi ci troviamo precisamente dinanzi a quella fase del connettivo embrionale avvolgente la vescicola ottica secondaria, che può ritenersi come punto di partenza degli ulteriori differenziamenti per la formazione degli organi complessi destinati alla protezione ed al movimento dell'occhio.

Per ciò che riguarda la coroide e la sclerotica, negli ulteriori differenziamenti, assumono un'importanza grandissima i numerosi vasi sanguigni che sono in contatto diretto colla parete esterna della prossimale.

Questi vasi di calibro diverso, quasi lacunari, a semplice parete endoteliale, si osservano, già prima dell'invaginamento, attorno alla vescicola ottica primitiva (1), ma in questo periodo non è possibile dare ad essi il significato e l'importanza che assumono invece dopo la formazione della vescicola ottica secondaria, quando, in dipendenza delle arterie ciliari, si collegano all'altro dei due sistemi che formano la circolazione fetale dell'occhio, e, cioè, all'arteria centrale della retina od arteria capsulare.

---

(1) Kölliker considera giustamente questi vasi come il primo abbozzo della membrana vascolare e più specialmente come la coriocapillare; ma egli fa coincidere la loro formazione con la formazione dei vasi del corpo vitreo e della capsula cristallinica, mentre si osservano già prima e cioè, fin dall'inizio dell'invaginamento.

⁂

Colla costituzione della vescicola ottica secondaria la presenza della rete vascolare diffusa sulla parete esterna della prossimale imprime già un andamento e struttura particolari alle cellule di connettivo embrionale circostanti rispetto a quelle degli strati più esterni avvolgenti.

Salvo differenze particolari riferibili a ciascuna specie, si può dire, in modo generale, che, fino ad un dato periodo, mentre si addensano gli strati periferici di cellule connettive, quelle a contatto con la rete capillare e con la prossimale (specialmente nell'uomo) sembrano conservare un aspetto più delicato ed insieme una disposizione meno regolare per la influenza che l'andamento dei vasi ha sul modo di orientarsi dei gruppi cellulari circostanti.

Negli strati avvolgenti più esterni invece le cellule, diventate fusiformi, cominciano a stratificarsi, orientandosi diversamente ma regolarmente, ricche di protoplasma e di prolungamenti assai lunghi in trasformazione fibrillare.

Nell'embrione umano, alla ottava o nona settimana, si delineano assai bene queste differenze fra gli strati più interni e quelli esterni di connettivo avvolgente la vescicola ottica secondaria per il divenire rispettivo della coroide e della sclerotica, ma si osservano ancora caratteri intermedii comuni per cui non è possibile scorgere una divisione marcata.

Invece al quarto mese la sclerotica può ritenersi costituita, se non già definitivamente sviluppata, colla partecipazione delle espansioni tendinee dei muscoli motori dell'occhio.

Per alcuni mammiferi, ad esempio, nel feto bovino, si può dire anzi che la formazione della sclerotica è strettamente legata alla formazione dei muscoli, dei quali i tendini robusti avvolgono tutta la coroide intrecciandosi a spina di pesce. In questi casi la coroide, a differenza che nell'uomo, si presenta con caratteri insoliti di compattezza nei suoi elementi. Anche nell'uomo però i tendini forniscono alla sclerotica non poca parte degli elementi connettivali che la costituiscono e con caratteri istologici perfettamente identici, i quali, salvo lievi modificazioni, si conservano anche nell'adulto (1).

Negli uccelli e nei pesci i tendini dei muscoli motori hanno pur essi parte nella formazione della sclerotica, fornendole elementi connettivali i quali partecipano alla costituzione delle placche cartilaginose ed ossee. Il pericondrio od il periostio, all'interno, fa corpo colle cellule endoteliali della coroide ed all'esterno contrae rapporti coi tendini, coi muscoli e colle fasce orbitarie.

Negli animali che possiedono placche ossee nella sclerotica esse sono di formazione tardiva, e, cioè, appaiono negli ultimi periodi embrionali e talvolta solo nello stato adulto (2). Si tratta in questi casi di una singolare metaplasia fisiologica per effetto della quale dal tessuto fibroso si passa insensibilmente nel tessuto cartilagineo; il connettivo dei tendini penetra nella sclerotica prendendo parte alla formazione cartilaginosa, ed a questa, in taluni animali, succede cronologicamente e si sostituisce il tessuto osseo.

---

(1) Rochon-Duvigneaud mette lo sviluppo della sclerotica in rapporto al movimento, alla necessità di formazione di una cavità articolare ed a quella di resistere alla pressione endooculare. Questo concetto allarga maggiormente l'altro relativo all'influenza meccanica sulla disposizione del mesoderma attorno alla vescicola ottica secondaria e che abbiamo già accennato.

È evidente che negli adattamenti strutturali i tessuti tendono a raggiungere la loro definitiva specializzazione fisiologica. Precisamente questi adattamenti, in riguardo alla sclerotica, fanno oggetto del nostro studio.

(2) A questo punto è doveroso ricordare che le prime ricerche istologiche sulla sclerotica furono fatte specialmente su i pesci da Erdl, Agassiz e Vogt, Leydig, H. Müller, Kölliker, Bruch, Stannius, Langhans. È particolarmente notevole il lavoro su i pesci ossei e cartilaginei di quest'ultimo, con tavole disegnate da H. Müller e da Hirschberg. Da quell'epoca (1865) esiste per la sclerotica una lacuna nella letteratura speciale e che si va colmando solo in questi ultimi tempi.

Un altro fatto abbastanza interessante, e tuttavia meno osservato, si è che nell'embrione umano il segmento posteriore dell'occhio è preceduto nello sviluppo dal segmento anteriore. Intendiamo con ciò riferirci allo sviluppo della sclerotica anteriore e della cornea (1) in rapporto a quello della sclerotica posteriore (2).

Soltanto Rochon-Duvigneaud accenna casualmente a questo fatto, poichè osservò in un embrione umano di mesi 4 $^1/_2$ che la sclerotica si presentava posteriormente ricca di cellule con fibre ancora relativamente deboli.

Il ritardo del consolidamento della sclerotica posteriore rispetto a tutto il segmento anteriore si può seguire anche oltre il 4.° mese e si può spiegare col fatto che, trattandosi di parti profonde, e perciò protette, essa non obbedisce a necessità fisiologiche impellenti come tutto il segmento anteriore, il quale affiora il tegumento.

---

(1) Mentre la cornea si consolida prima della sclerotica, nella cornea stessa si osserva costantemente che, in ordine di tempo, raggiungono prima la maggiore compattezza i suoi strati posteriori.

(2) Secondo Ammon nell'embrione umano al terzo mese è già distinta, un po' di lato e posteriormente, all'esterno della papilla del nervo ottico, e fra questa e l'equatore, una sezione di maggiore sottigliezza della sclerotica, e che egli chiama *protuberantia scleralis*. A questa alcuni hanno voluto dare una certa importanza nella genesi dello stafiloma postico dei miopi.

Altri avrebbero osservato che in corrispondenza della fessura della vescicola ottica secondaria il mesoderma pare conservare il suo carattere embrionale fino a chiusura completa della fessura, assumendo, a cosa fatta, i caratteri quasi di cicatrice.

Inoltre Hannover descrisse ancora un cordone cicatriziale che attraverserebbe perpendicolarmente la sclerotica nella regione della fovea centrale, inserendosi con una espansione ad imbuto sulla coroide, da ciò l'aderenza di questa membrana alla sclerotica in detta regione.

Rothholtz confermando il reperto di Hannover dà ad esso molta importanza nella genesi dello stafiloma postico dei miopi; ma, a questo riguardo, esistono tuttora molte incertezze.

In molti altri mammiferi (come ad esempio nei rosicchianti, nei solipedi, carnivori, ecc.) non si verifica ritardo nello sviluppo del segmento posteriore della sclerotica perchè il muscolo coanoide consolida precocemente, coi suoi fasci tendinosi, ed avvolge tutto il segmento posteriore della vescicola ottica secondaria.

Sebbene il Kölliker, nell'embrione umano di 8 settimane, abbia osservato la sclero-cornea già bene abbozzata, noi possiamo dire che solo al 4.º mese la sclerotica si presenta con tutti gli elementi dai quali è formata anche nell'adulto. A partire dal 4.º mese la membrana fibrosa si spessisce per accrescimento dei suoi elementi dai quali naturalmente dipende l'aumento della sua trama fibrosa; conviene pertanto che ci fermiamo a studiarne i corpuscoli connettivali nei loro diversi stadi di sviluppo, nella loro particolare struttura e negli atteggiamenti in rapporto alle fibre connettivali ed elastiche ed ai fasci in cui sono compresi.

⁂

Le cellule mesodermiche, le quali nell'embrione attorniano la vescicola ottica secondaria, provengono dalle lamine cefaliche di Remak e sono costituite da nuclei piatti, tondeggianti, molti dei quali presentano fenomeni attivi di scissione, attorniati da scarso protoplasma nudo fornito di prolungamenti tenui, ramificati ed unentisi con quelli di cellule vicine in modo da formare un reticolo finissimo, visibile solo a forte ingrandimento ed in sezioni sottili (fig. 1). Sono appunto queste le cellule indifferenziate, le quali, come abbiamo già detto in principio del lavoro, costituiscono la matrice dei diversi gruppi di tessuti connettivali dell'orbita.

In seguito, col primo abbozzo di formazione membranosa attorno alla vescicola ottica secondaria, le cellule mesenchimali perdono l'apparenza caratteristica della fig. 1, si allungano a fuso e lanciano i loro prolungamenti verso direzioni determinate, incontrandosi coi prolungamenti di altre cellule, ai quali si uniscono per formare piccoli fasci. Siccome la costituzione della trama fibrosa della sclerotica è affidata al numero ed alla robustezza di questi fasci, così essi fin dall'inizio, allo stato cioè di teneri prolungamenti protoplasmatici, percorrono speciali direzioni, nelle quali sono anche interessati gruppi cellulari disposti quasi in serie, Però la lama del microtomo li coglie in posizioni differenti le quali dànno aspetto vario ai corpuscoli fissi.

La fig. 2 si riferisce appunto al primo abbozzo di sclerotica nell'embrione umano di 3 mesi, nella regione posteriore dell'occhio, e dimostra i diversi atteggiamenti dei nuclei ovolari membraniformi, ora di profilo, ora ripiegati, ora distesi, ed ai poli del nucleo, a seconda della sua posizione, uno o più prolungamenti protoplasmatici fibrillari.

Nella fig. 3 si osserva lo stesso fatto ad ingrandimento più forte; il protoplasma cellulare appare come un tenue velamento che si sfibrilla in filamenti gracili.

Nella fig. 4 invece si tratta della sezione trasversale di sclerotica di feto bovino lungo circa 7 cm., dove, a differenza della fig. 2 e 3, noi scorgiamo subito, con una minore quantità di nuclei, una maggiore abbondanza di fibrille connettivali già variamente intrecciate e delle quali numerose in sezione ottica.

Conviene qui subito notare che nello studio della intima struttura dei corpuscoli fissi e dei loro prolungamenti hanno una influenza notevole tanto il liquido di fissazione dei pezzi come il metodo di colorazione. Le fig. 2 e 3 corrispondono ad un embrione umano fissato in formolo e colorito al carmino allume; la fig 4 ad un embrione di feto bovino fissato in liquido di Hermann e colorito alla safranina.

Nelle fig. 2 e 3 non si osservano granuli nucleari; nella fig. 4 questi sono evidentissimi ed i prolungamenti fibrillari sono resi anche più evidenti dall'azione dell'acido osmico e del colorante. Inoltre, malgrado nelle fig. 2 e 3 si tratti di microfotografie eseguite con uno stesso preparato microscopico, nella fig. 2 i prolungamenti fibrillari sono resi più evidenti che nella fig. 3. Questa differenza, ottenuta con un espediente di tecnica, dimostra l'importanza pratica notevolissima che ha il diaframma del condensatore Abbe nella osservazione microscopica ed in microfotografia.

Siccome, col metodo di colorazione da noi usato, tanto il protoplasma quanto i prolungamenti rimangono incolori, così ci siamo giovati del loro potere rinfrangente e, diaframmando fortemente, li abbiamo ritratti secondo linee luminose a contorno oscuro. In questa maniera i prolungamenti appaiono bensì alquanto più grossi di quello che in realtà siano, ma sono dimostrati anche nelle più piccole e delicate diramazioni.

Nella fig. 3, la quale è pure una ottima microfotografia, non abbiamo fatto uso degli effetti del diaframma e perciò tanto il protoplasma come i prolungamenti sfumano, si dileguano quasi nel fondo chiaro.

La delicatezza dei corpi cellulari e dei loro prolungamenti studiata nelle fig. 1, 2 e 3 fa invece contrasto colla robustezza dei fasci connettivali nella sclerotica del neonato, della quale la fig. 4 rappresenta una sezione trasversale.

Nel feto umano a termine l'occhio ha raggiunto quasi il suo completo sviluppo e la sclerotica non ci appare più colla stessa ricchezza di elementi cellulari come nell'embrione al 4° mese. I corpuscoli fissi sembrano essersi diradati, ma è facile riconoscere che ciò è dovuto all'accrescimento dei fasci connettivali, i quali, nelle ordinarie sezioni trasversali, sembrano aver acquistato un carattere di vera indipendenza dai corpi cellulari.

Infatti se si procede a delle accurate e pazienti dissociazioni degli elementi, cogli opportuni trattamenti tecnici, si ottengono delle preparazioni eleganti nelle quali il corpuscolo fisso della sclerotica, a sviluppo completo di questa membrana, appare generalmente costituito da un nucleo ovale allungato, da protoplasma laminato, che, specialmente ai poli del nucleo, si sfibrilla, formando dei veri pennelli di lunghi e finissimi filamenti i quali unendosi insieme ad altri costituiscono fasci di vario calibro. La fig. 6 è molto dimostrativa al riguardo; le fibrille derivanti direttamente dal protoplasma delle cellule dissociate appaiono in taluni punti aggrovigliate, in altri ondulate, oppure in sezione ottica.

I corpuscoli fissi a coda, come nella fig. 6, hanno tutti i caratteri della maturità, la quale, più che altro, si rivela per l'abbondante numero dei prolungamenti fibrillari.

Dal neonato all' adulto, all' infuori di una maggiore compattezza in quest'ultimo, non vi ha più alcuna differenza, ma la compattezza fa si che coi comuni metodi di colorazione il corpo cellulare fortemente laminato tra i fasci fibrillari si confonde pienamente con essi e, nelle sezioni trasversali di sclerotica, è assai difficile poter scorgere sostanza protoplasmatica ai poli del nucleo. (1)

La fig. 7 è parte di una sezione trasversale ma alquanto obliqua della sclerotica di uomo di 42 anni, colorata all'ematossilina e orange; i nuclei sono compresi nei fasci che dimostrano evidente una striatura in lunghezza, la quale striatura rivela l' aggregato fibrillare; oppure essi appaiono in mezzo a piccole isole punteggiate corrispondenti a sezioni ottiche trasversali di fasci, ma la compattezza è somma e per una più minuta ricerca fa mestieri ricorrere alla dissociazione.

Allora ricompaiono quelle figure che abbiamo già visto nel neonato, colla stessa ricchezza di prolungamenti e ciuffi fibrillari, così come si osserva nella fig. 8. Questa è così dimostrativa che non occorrono ulteriori commenti.

⁂

Fin qui noi abbiamo studiato i corpuscoli della sclera come ci appaiono colle semplici colorazioni nucleari, anche combinate a colorazioni di fondo, nelle sezioni e nelle dilacerazioni. Abbiamo già visto che tutta la trama del tessuto sclerale origina direttamente dal protoplasma dei corpuscoli fissi; abbiamo anche visto come questi corpuscoli hanno più abbondanti espansioni protoplasmatiche nella direzione del grande asse del nucleo ovolare il quale, visto di profilo, appare bastonciniforme Ma, approfondendo lo studio, noi ci troviamo di fronte a figure caratteristiche dei corpuscoli fissi della sclerotica le quali ricordano, sia pur lontanamente, certi corpuscoli fissi della cornea.

---

(1) Manz, seguendo le opinioni di Kölliker del 1856, ritiene che i corpuscoli connettivali della sclerotica non hanno importanza che per i loro rapporti colla rete delle fibre elastiche che si trova nella sclerotica e della quale essi costituiscono i punti nodali. Le fibre elastiche poi, secondo Manz, avviluppano i fasci delle fibre del tessuto cellulare, formando reticolati perifascicolari. Alcuni tuttora credono a questa particolare disposizione.

La fig. 9 rappresenta uno di questi tipi in una sezione molto sottile della sclerotica di uomo; nel campo microscopico è possibile studiare tutti i rapporti ed i collegamenti della cellula colla rete fibrillare nella quale è immersa.

Però in questo preparato, insieme ai corpi cellulari sono colorati anche i proluugamenti protoplasmatici e la rete fibrillare circostante, ed appare evidente il fatto che i prolungamenti protoplasmatici possono presentarsi nella loro origine nastriformi. Essi poi si dividono finissimamente e vanno a rinforzare altre fibre vicine o lontane e le quali nella microfotografia non sono tutte a fuoco nello stesso piano a causa del forte ingrandimento. Si nota parimenti come il nucleo della cellula non si distingue nettamente, poichè il metodo di colorazione, mettendo in evidenza la struttura filamentosa del protoplasma che lo attornia, lo maschera alquanto. (1)

Questa struttura filamentosa del protoplasma cellulare, la quale nel suo modo di disporsi attorno al nucleo lascia piccoli spazi o vacuoli più o meno grossi e più o meno abbondanti, ha fatto ammettere ad Unna una struttura generale spugnosa del protoplasma stesso. Essa è dimostrabile solo con finezze di tecnica di fissazione e di colorazione come io ho già descritto per il protoplasma delle lamine endoteliali della coroide, e mi piace di riprodurne qui una microfotografia nella fig. 10, accanto alla fig. 9, perchè, salvo differenze di forma, vi è, nella disposizione della sostanza protoplasmatica, molta analogia.

---

(1) Il corpuscolo fisso rappresentato nella fig. 9 si deve considerare come il tipo del corpuscolo fisso scleroticale quale si osserva in circostanze di preparazione adatte. Anche con impregnazioni parziali al nitrato d'argento si possono osservare corpi cellulari con analoga configurazione insieme a molti altri costretti ad adattamenti svariatissimi per l'andamento dei fasci connettivali dei quali fanno parte.

Non è possibile dire se nell'un caso e nell'altro la rete fibrillare tenuissima che circonda il nucleo sia rete tangenziale del protoplasma, formatasi cioè nella sostanza intercellulare alla periferia della cellula. Tanto i preparati, analizzati a fondo, come anche le microfotografie farebbero ritenere certa la formazione fibrillare del protoplasma dal quale originano i lunghi prolungamenti filamentosi.

I citologi oggi ammettono l'un modo e l'altro di fibrazione, diretta nel nostro caso, indiretta nell'altro *ma sempre in dipendenza dai corpi cellulari.*

⁂

Usando per la sclerotica la stessa tecnica di preparazione e di colorazione da noi indicata per lo studio dell'apparato fibrillare della cornea abbiamo ottenuto risultati perfettamente identici. I fasci connettivali, non più lamellari come nella cornea, sono costituiti da gruppi più o meno numerosi di *fibrille elementari*, finissime ed indivisibili. *Tutte* si colorano col nostro metodo alla stessa maniera senza che appariscano differenze di struttura e di costituzione chimica. Noi sappiamo però, per altri procedimenti di tecnica, che nella sclerotica esistono anche numerose fibre di natura elastica e perciò, da quanto abbiamo detto in precedenza, dobbiamo dedurre (come già per la cornea e per la coroide) che, tanto le sue fibre elastiche come le sue fibre connettivali, hanno una origine comune dal protoplasma dei corpuscoli fissi. (1)

Ma, a rendere più completa e, diremo così, esauriente la dimostrazione di questo fatto che scaturisce già dalle osservazioni nostre finora riferite, abbiamo fatto la ricerca per le sole fibre elastiche colorandole elettivamente insieme ai corpi cellulari. Dopo diversi tentativi abbiamo ottenuto i migliori risultati colorando le sezioni con fuscina carbolica secondo Ziehl per pochi secondi, poi decolorando lentamente con alcool cloridrico. Quando le sezioni hanno acquistato una leggera tinta rosea allora si passano rapidamente in alcool assoluto, poi in xilolo e si montano in balsamo.

---

(1) Quando, nelle nostre ricerche sulla cornea, potemmo dimostrare con uno speciale metodo di colorazione e di tecnica l'origine comune dei due sistemi di fibre, per la convinzione da noi acquistata ci parve superfluo raggiungere con altri metodi la prova dell'origine delle sole fibre elastiche della cornea dai corpuscoli fissi. Fece invece queste ricerche complementari il Dott. de Lieto Vollaro e riuscì perfettamente nel suo intento confermando pienamente i risultati delle nostre ricerche.

Con questo metodo abbiamo ottenuto dei risultati insperati; i nuclei e le fibre elastiche si colorano in rosso vivo; il protoplasma e le prime espansioni protoplasmatiche in rosa ed il rimanente tessuto è scolorito.

Può però accadere che, dove la sezione è più spessa, il rimanente connettivo conservi un pò di colore, ma allora aumenta anche il tono del colore dei corpuscoli e delle fibre elastiche.

Nella fig. 11 si vedono le espansioni protoplasmatiche dei corpuscoli fissi, dapprima membraniformi, dare origine a breve distanza dal corpo cellulare a fibrille elastiche.

La sezione appartiene alla sclerotica di uomo, fissata in formolo e colorita come sopra.

Le fibrille elastiche derivanti dai corpi cellulari si seguono per lunghi tratti nel preparato, fuochettando colla vite micrometrica; però la microfotografia, per quanto dimostrativa, non riproduce i diversi piani di sezione e neppure campi estesi a causa dell'ingrandimento.

Intanto, col metodo di colorazione dianzi descritto, nelle sezioni sottili si ottiene la colorazione elettiva delle fibre elastiche e dei corpi cellulari ed insieme lo scoloramento completo del rimanente connettivo; dovremmo adunque concludere che quest'ultimo è completamente indipendente dai corpi cellulari (1). Anche studiando le fibre elastiche col metodo all'orceina o quello di Martinotti si dovrebbe acquistare una identica convinzione, che, cioè, anch'esse sono indipendenti dai corpi cellulari; infatti anche ora istologi valenti sono convinti della formazione autoctona delle fibre elastiche in generale.

---

(1) De Lieto Vollaro, avendo ottenuto nella cornea, col metodo di Weigert la colorazione elettiva dei corpuscoli fissi e delle fibrille elastiche in derivazione dai loro prolungamenti ed insieme la colorazione in gialletto coll'orange del rimanente tessuto fibrillare, non ha constatato, nè in realtà lo poteva, anche la derivazione di quest'ultimo dai prolungamenti protoplasmatici. Ma il fatto negativo, dovuto

Col nostro metodo all'ematossilina ed acido fosfomolibdenico (1) non si differenziano le fibre elastiche dalle connettivali e *tutte le fibrille elementari,* siano esse dell'un tipo o dell'altro, si colorano egualmente, e tutte appaiono in derivazione diretta dal protoplasma del corpuscolo fisso. Vero è che in questo caso il corpuscolo fisso ha espansioni più solide e robuste quali non appaiono colla colorazione elettiva per le fibre elastiche la quale ne cambia perciò notevolmente l'aspetto (confr. la fig. 11 colle fig. 6 e 8).

Si direbbe adunque che esistono nel corpo cellulare due parti differenziate delle quali una si sottrae alla colorazione elettiva.

Per quanto questa deduzione logica trovi in noi dei fautori convinti pure crediamo che debba essere rafforzata da ricerche citologiche estese anche ad altri tessuti.

⁂

Per completare le nostre ricerche ed ottenere la configurazione integrale del corpuscolo connettivale della sclerotica abbiamo ricorso al metodo di Golgi dell'impregnazione cromo-argentica, il cui sussidio è prezioso per rivelare la forma dei corpuscoli fissi, i rapporti reciproci e coi tessuti circostanti.

---

al metodo elettivo, lo trae a negare, eccettochè in via ipotetica per l'embrione, l'origine diretta la quale risulta dimostrata da ricerche anteriori alle sue. Evidentemente egli ha così vincolata la sua opinione ad un solo ed unilaterale metodo di ricerca.

(1) L'acido fosfomolibdenico, nelle proporzioni da me usate nella mia miscela colorante, non ha alcuna *azione dissolvente* come qualcuno ha affermato. Esso rispetta in modo assoluto l'integrità anatomica delle sezioni e contribuisce a rivelare molte finezze di struttura nel tessuto in esame.

Quando l'impregnazione avviene per gradi e non interessa molti gruppi cellulari insieme, è possibile seguirla nelle diverse fasi, limitata dapprima attorno al nucleo, estendentesi poi alla massa protoplasmatica e finalmente ai prolungamenti fibrillari originanti dal protoplasma e circostanti al corpo cellulare. Si ottengono così delle figure caratteristiche le quali dimostrano le diverse posizioni dei fasci connettivi ed elastici.

Dove la sezione è un pò spessa, e tale è meglio che sia nello studio di preparati col metodo Golgi, i nuclei sovrapposti, e di necessità anche i corpi cellulari, si incrociano in direzioni le più svariate.

La fig. 12 presenta questi aspetti nella sclerotica del coniglio (1) nella regione prae-equatoriale, con tutte la fasi anzidette di impregnazione, la quale è completa solo là dove si osservano i ciuffi fibrillari incrociantisi. Ciascuna cellula coi propri ciuffi segue la direzione dei fasci fibrosi che li contiene, i ciuffi poi possono apparire più o meno abbondanti e più o meno lunghi a seconda che sono interessate nell'impregnazione una o più cellule vicinissime ugualmente orientate. Le fig. 13, 14, 15 e 19 dànno una idea più esatta di quanto descriviamo, notando però che i preparati sono migliori delle microfotografie, le quali, per lo sfuocamento inevitabile e per la impregnazione nera opaca, non riproducono i fasci fibrillari a coda ai poli del nucleo in tutta la loro finezza e bellezza incomparabile.

Dall'esame delle figure ora indicate e, meglio ancora. dei preparati scaturisce pure una osservazione per noi assai più importante, ed è che il metodo Golgi non impregna elettivamente piuttosto l'uno che l'altro dei due sistemi di fibre dei quali abbiamo parlato più sopra, ma impregna tutti i filamenti che si partono dal corpo cellulare e fino ad una certa distanza da esso. Queste fibrille tenuissime si continuano poi nelle altre sfuggite all'impregnazione. Ora, dato, come vedremo fra poco, il modo di distribuirsi delle fibre elastiche e delle connettivali nella sclerotica, non è possibile dubitare che frammezzo ai filamenti i quali hanno subìto l'impregnazione, non siano fibrille dell'una e dell'altra natura.

---

(1) Le più belle impregnazioni si ottengono nella sclerotica del coniglio; nell'uomo le figure sono identiche, ma per la difficoltà di avere sclerotiche normali freschissime e per la maggior compattezza del tessuto la reazione è più incostante. I ciuffi di fibrille invece di presentarsi come nel coniglio morbidamente flessuosi appaiono diritti e, quando sono raccolti insieme, appuntiti come lama di spada.

⁂

Le fibre elastiche nello sviluppo della sclerotica appaiono assai precocemente

Nell'embrione umano al principio del terzo mese il Lodato ha osservato i primi accenni di sostanza elastica sotto forma di qualche granulo e di qualche breve e sottile fibrilla, poco elettivamente colorati dal metodo di Weigert:
« a tre mesi compiuti, nelle posizioni superficiali della sclera,
« fini fibre elastiche a decorso meridionale, più numerose
« in corrispondenza delle inserzioni muscolari ed altre sot-
« tilissime visibili solo a forte ingrandimento, le quali for-
« mano un reticolo finissimo a maglie troppo strette: al
« quarto mese tutta la trama fibrillare della sclerotica as-
« sume la colorazione elettiva di Weigert così intensa-
« mente da non poterla decolorare e differenziare neppure
« con alcool cloridrico ».

Quest'ultima osservazione del Lodato rientra in un ordine di fatti più generale, relativo al modo di comportarsi del connettivo della sclerotica nelle sue prime formazioni, in presenza dei reattivi e delle sostanze coloranti.

Si può dire che i primi addensamenti i quali costituiscono l'abbozzo della sclerotica e la fanno differenziare dalla coroide, sono rivelati, oltrechè dai caratteri istologici già da noi descritti, anche dal modo di colorirsi della sostanza fibrillare interposta ai nuclei, specie coi colori di anilina, oppure dai fenomeni di metacromasia dopo l'azione di fissativi contenenti acido osmico.

Noi abbiamo potuto fare osservazioni consimili nell'embrione del coniglio e del bue giovanissimi traendone la convinzione che i prolungamenti protoplasmatici degli elementi cellulari della sclera in un periodo di sviluppo giovanissimo, tendono ad assumere di preferenza i caratteri più della sostanza elastica che quelli della sostanza connettivale (1). Questi particolari sui quali non possiamo ora intrattenerci di proposito devono necessariamente formare oggetto di più munite ricerche.

Solo è opportuno ancora rilevare dalle osservazioni del Lodato che nel feto umano alla fine del terzo mese si trova nella sclera un finissimo reticolo elastico a maglie molto strette, con fibrille così sottili da potersi apprezzare bene solo coi più forti ingrandimenti.

Questo carattere di sottigliezza estrema delle fibre elastiche della sclerotica si conserva anche nell'adulto, poichè le fibrille hanno lo stesso calibro delle fibrille elementari, già da noi descritte nella cornea, e nelle quali si scompongono i fasci fibrosi; questo stesso carattere è facile rilevare coi forti ingrandimenti nelle sezioni a piatto della sclerotica normale dell'uomo, nelle quali si sia ottenuta una buona colorazione coll'orceina o col Weigert; questo stesso carattere infine si rileva nelle estremità dei ciuffi fibrillari protoplasmatici messi in evidenza col metodo Golgi. Le fibre elastiche si accompagnano colle connettivali in tutte le più complicate loro intrecciature, ma prevalgono su queste ultime nel limite sclero-corneale specie nell'inserzione del muscolo ciliare e del legamento pettinato, e nel foro d'ingresso del nervo ottico (2).

---

(1) Kiribuchi, Ischreyt e Fuss dividono l'opinione che nei giovani e nei neonati le fibre elastiche della sclera sono in numero minore e più fine che negli adulti. Le nostre ricerche invece ci fanno ritenere che la preponderanza delle fibre elastiche nei soggetti giovani è tale da permettere di considerare la sclerotica come una vera membrana elastica. Perciò ci troviamo al polo opposto di Nimier e Despagnet i quali nel loro trattato dicono che la sclerotica è una membrana spessa, *non elastica.*

(2) Sattler, Leber, Fuss e Wirchow ritengono che le fibre elastiche della scleorotica né si riuniscono nè si dividono.

Sattler anzi constatò che le fibre hanno tale estrema finezza da essere impossibile determinarne lo spessore col micrometro.

Le nostre ricerche confermano pienamente la finezza e l'indivisi-

La fig. 20 riproduce un campo microscopico di intreccio di fibre elastiche in una sezione trasversale e obbliqua di sclerotica di uomo nella regione posteriore attraversata da una piccola arteria che arriva fino alla coroide.

Le fibrille sono sottilissime, corte, perchè interrotte dal taglio, ma percorrenti le più svariate direzioni.

La fig. 21 riproduce un taglio intrasclerale in corrispondenza delle arterie ciliari brevi.

I vasi, oltrechè essere circondati dall'avventizia, sono affiancati da robusti fasci scleroticali di fibre elastiche.

La fig. 22 dimostra i robusti fasci elastici che si staccano dalla sclerotica nella regione del corpo ciliare nell'occhio di un uccello di rapina, un piccolo avoltoio.

È notevole in questa figura come si staccano tronchi elastici robusti della sclera senza che si possa scorgere esattamente il reticolo sclerale dal quale si dipartono, e come a breve distanza essi si uniscono per costituire tronchi più grossi.

La fig. 23 dimostra in sezione trasversale la rete elastica del tessuto episclerale nel segmento anteriore.

È facile osservare in questa figura come, mentre sono pochissimo visibili le fibrille della sclera, quelle del tessuto laminare dell'episclera appaiono più numerose e robuste, fortemente intrecciate. Però sono anche collegate alla sclerotica, poichè, originanti dal suo reticolo elastico finissimo, dalla sua superficie si separano con tronchi robusti di collegamento. Queste figure sono del resto così chiare e dimostrative che ogni ulteriore descrizione ci appare superflua. Molte altre potremmo presentarne di assai interessanti ma i limiti di questo lavoro non ci permettono di trattenerci esclusiva-

---

bilità tanto della fibrilla elementare elastica quanto di quella connettivale, ma ci autorizzano ad affermare anche che le fibrille possono riunirsi e percorrere lunghi tratti ingrossate dalla loro unione. Specialmente questa avviene fra quelle fibre che si rendono superficiali sia dal lato interno o coroidale come dal lato esterno.

Del resto anche Sattler osservò delle divisioni a forchetta, come si vedono nella nostra fig. 24, dovute al confluire di diverse fibrille per costituirne una più grossa.

mente sul tessuto elastico della sclerotica: ci limiteremo perciò a fare solo alcune particolari considerazioni(1).

Come già dicemmo il tessuto elastico della sclerotica compenetra con numerosissime fibrille finissime tutta la trama fibrosa di detta membrana. Ma le finissime fibrille, le quali per tratti più o meno lunghi decorrono indipendenti, obbediscono ad una proprietà quasi specifica degli elementi elastici, quella, cioè, di unirsi fra loro per formare fibre più grosse, le quali appaiono tanto più robuste quanto maggiore è il numero delle fibrille elementari componenti, come nelle figg. 22 e 24.

Seguendo perciò il percorso di queste fibre, nei punti di incontro e di unione, si ha l'impressione come se invece di unirsi esse si dividano dicotomicamente. Ma, poichè nei nostri studi dobbiamo sempre risalire dal più semplice al più complesso, il fatto avviene naturalmente in senso inverso, come abbiamo già detto, tenendo sempre per fermo che la fibrilla elementare è una ed indivisibile. Accertata l'unione delle fibrille elastiche elementari nella sclerotica per formarne di più solide e robuste specie nelle sue due superfici interna ed esterna, rimane spiegato il perchè nelle sezioni trasversali le fibrille elementari, o non si vedono affatto oppure se ne vede qualcuna con molta difficoltà, mentre si vedono facilmente i tronchi elastici più grossi decorrenti alla periferia dei robusti fasci connettivali i quali formano la impalcatura grossolana della sclerotica e dànno così l'illusione di veri reticoli elastici perifascicolari.

---

(1) Lange nella miopia progressiva avrebbe trovato una forte diminuzione ed anche l'assenza del tessuto elastico nella sclerotica. Su questo reperto tentò fondare una nuova teoria sullo sviluppo di quella affezione.

Ma comparvero subito dopo le ricerche di Birch-Hirschfeld, di Hosch e di Elschnig, le quali sono in contraddizione diretta colle sue.

Indipendentemente da questi fatti, nostre speciali osservazioni ci permettono di affermare che la prevalenza del tessuto elastico decàde nella sclerotica dei vecchi. dove le fibrille elementari elastiche sono poco o punto dimostrabili

Parimenti sulla scomparsa o diminuzione delle fibre elastiche nella sclera hanno anche molta influenza i processi infiammatori ed i disturbi di nutrizione prolungati.

Ma da tutto quanto abbiamo detto finora risulta che non si può ammettere l'esclusiva presenza di reticoli di questa natura, specie col significato di una speciale organizzazione(1).

La fig. 24 è anche dimostrativa al riguardo: rappresenta un campo microscopico di rete elastica d'una sezione di sclera di uomo colorata all'orceina e carmino allume. Vi si osservano fibre elastiche a nastro, riunioni e separazioni a forchetta, come già le vide anche Sattler, nuclei cellulari in diverse forme, ed ai poli di due nuclei, visti un po' di profilo, la continuazione del protoplasma in una fibrilla elastica.

⁂

Noi abbiamo finora parlato di intrecci dei fasci connettivali ed elastici della sclerotica i quali le conferiscono tutta la resistenza e compattezza. Questi intrecci hanno fatto oggetto di ripetute ricerche in questi ultimi tempi, per opera specialmente di Ischreyt(2), allo scopo di determinare il reciproco adattamento dei fasci; dalle descrizioni che si hanno si può, fino ad un certo punto, concepirne l'andamento grossolano. Ma tutte le architetture escogitate si mostrano assai lontane dalla verità quando noi studiamo attentamente il decorso delle fibre al microscopio.

---

(1) I reticoli elastici perifascicolari, descritti anche nella cornea, costituiscono delle *apparenze* dovute o ad azione di sostanze rigonfianti oppure ad imperfetta colorazione. Lo stesso Sattler, cui si deve il migliore studio sulle fibre elastiche della sclera, segnala gli inconvenienti che hanno certi metodi col presentarci i tessuti in condizioni anormali.

Alle ricerche del Sattler seguirono quelle di Kiribuchi, Ischreyt, Prokopenko e Fuss, i quali nulla di speciale aggiunsero alle esatte osservazioni del primo, all'infuori di alcune nuove particolarità sul modo di distribuirsi delle fibre elastiche in alcune determinate regioni di detta membrana.

(2) Ischreyt in diversi suoi lavori, ha tentato di ricostrurre la direzione, l'intreccio ed il collegamento dei fasci fibrosi della sclerotica. I suoi sforzi lodevoli, specialmente perchè rivolti a stabilirne la elasticità e la resistenza alla estensione forzata e dedurne le opportune leggi fisiologiche, non ci dànno che una pallida idea della disposizione della trama fibrosa quale essa è *ad naturam*.

Colorando insieme i fasci fibrillari ed elastici, indipendentemente dai corpi cellulari, nelle sezioni ottenute col microtomo a congelazione e parallele alla superficie della sclerotica, si può facilmente vedere, a forte ingrandimento, come ad ogni piano focale dell'obbiettivo varia l'incrocio dei fascetti. La fig. 25 rappresenta la trama fibrosa nella regione del limbus: chi potrebbe descrivere un simile intreccio?

Ma figure ancora più interessanti si ottengono colla microfotografia delle sezioni montate a fresco in glicerina, senza colorazione. La fig. 26 è ottenuta con questo procedimento e rappresenta un'altra sezione di sclerotica di uomo nella regione del limbus sclerale e l'andamento dei fascetti sfugge ad ogni tentativo di descrizione.

La fig. 27, a differenza delle precedenti, dimostra un più regolare ed elegante incrocio dei fascetti in una sezione a piatto di sclerotica umana nella regione equatoriale. Le microfotografie rappresentano un piano di sezione, variando il fuoco, al microscopio, varia naturalmente, col piano di sezione, anche l'incrocio dei fascetti(1).

A questo riguardo dobbiamo far notare un fatto curioso, il quale si osserva specialmente nelle sezioni trasversali di di sclerotica, e che è assai istruttivo, poichè dà un concetto chiaro della impossibilità di stabilire per lunghi tratti il vero andamento dei fasci fibrosi della sclera.

(1) Noi richiamiamo ancora l'attenzione del lettore sulle figure che si ottengono colla microfotografia del tessuto fresco allo stato naturale e senza colorazione.

Noi sapiamo da quali diversi elementi è costituita la sclerotica, eppure le fig. 26-27 ci rivelano soltanto un intreccio di fibre le quali si presentano tutte alla stessa maniera e dello stesso calibro. Naturalmente si tratta delle fibrille elementari, connettivali ed elastiche, le quali, pur essendo, come quelle della cornea, finissime, ci appaiono ingrandite per gli effetti ottici dovuti al diaframma e ad un leggero sfuocamento. Ma, in confronto colla cornea, la disposizione qui è totalmente cambiata, poichè la fibrilla si presenta individualizzata nel suo percorso diretto ai più svariati incroci; nella cornea invece la fibrilla elementare si rivela, nella lamella elementare, con una striatura finissima di questa, perfettamente diritta.

Confrontando la fig. 5 del nostro lavoro sulla cornea, la quale è

Il fenomeno si òsserva meglio nelle sezioni un po' spesse nelle quali sia stata in precedenza fatta la colorazione delle fibre elastiche: fuochettando colla vite micrometrica, ad un ingrandimento di 400 diametri, si osserva che *tutti i punti della sezione nel campo microscopico prendono un movimento apparente di va e vieni in direzioni reciprocamente differenti.* Questo movimento non dipende altro che dall'inclinazione variamente reciproca dei fascetti e delle fibrille rispetto all'asse ottico dell'apparecchio e di chi osserva, dal loro approfondirsi, insomma dal loro diverso e moltiforme orientamento.

Questo fatto è avvalorato anche dall'esame microscopico dei preparati a fresco a luce polarizzata ed a nicol incrociati.

Infatti facendo ruotare la preparazione attorno all'asse ottico dello strumento si succedono ininterrottamente i campi chiari di fibrille, dei quali ciascuno si ecclissa quando il si-sistema di fibrille che lo compone è parallelo al piano di polarizzazione dei due nicol.

Ma poichè l'ecclissi totale non avviene in nessun momento della rotazione è facile dedurne che l'incrocio fibrillare, come già dicemmo, avviene in tutte le direzioni possibili.

⁂

Data una trama così complicata è anche naturale che i corpuscoli fissi debbano adattarsi ad essa e spingere i loro prolungamenti nella direzione dei fasci in cui sono compresi.

---

ottenuta dalla cornea umana con lo stesso metodo, con queste due figure della sclera, si rileva tutta la diversità di struttura tra le due membrane, pur essendo entrambe provviste di elementi che passano quelli dell'una nell'altra.

Qualunque interpretazione si voglia dare al fatto bisogna riconoscergli un certo valore, specie se si pensa che la differenza di compattezza e la differenza osmotica e chimica fra cornea e sclera non sono tali da spiegare esse sole la non trasparenza di quest'ultima.

Per noi, una delle ragioni, e forse la maggiore, della non trasparenza della sclerotica sta in questa disposizione particolare delle sue fibrille, la quale ci è rivelata dal nostro metodo nella maniera la più semplice.

Colle ordinarie colorazioni questo fatto è più facile supporlo che dimostrarlo. Il nucleo presentandosi in posizioni diverse mostra gli adattamenti ai quali è costretto. ma del rimanente corpo cellulare nulla si vede.

Soccorre a questo punto il metodo Golgi per darci ancora una idea esatta di questi adattamenti originalissimi.

Nei punti di maggiore intreccio, nel limbus sclero-corneale e nell'orlo sclerale del canale ottico, dove i fascetti fibrillari subiscono delle torsioni, si incrociano, formano dei nodi, passano perpendicolarmente alla sclerotica da un piano all'altro, ecc., possiamo già supporre di dover rinvenire le figure più irregolari.

Infatti nella fig. 14 ritratta da una sezione sul limite sclero-corneale, si notano già delle differenze fra la disposizione dei corpuscoli e dei loro prolungamenti ivi rappresentati. Queste differenze sono ancora più accentuate nella fig. 15, dove metà del campo è costituito da corpuscoli coi prolungamenti attorcigliati.

L'esame dei preparati con colorazioni nucleari ci permette di vedere tutte le deformazioni alle quali, in quei punti speciali è costretto il nucleo fortemente laminato. Uguali deformazioni dimostra, in tutto il corpo cellulare, il metodo Golgi, come si osserva nelle figure ora accennate.

Ma mentre la microfotografia di necessità riproduce come macchie nere gli aggrovigliamenti fibrillari, il microscopio ne chiarisce assai meglio gli atteggiamenti i quali neppure il disegno potrebbe riprodurre con tutta fedeltà nel loro meraviglioso intreccio.

Altri aspetti singolari si osservano anche nella cornea verso il limbus, specie nei suoi strati profondi.

I corpuscoli fissi della cornea sembrano presentare delle deviazioni dal tipo ben noto, assumendo forme serpiginose, a succhiello oppure a propaggini lamellari, in virtù dei collegamenti solidissimi delle fibrille corneali con quelle povenienti dalla sclera.

Le fig. 16, 17, 18 rappresentano tipi speciali di passaggio dal limbus corneale allo scleroticale. La fig. 16 riproduce i corpuscoli corneali in prossimità del limbus coi prolungamenti fibrillari riunentisi a fasci grossolani ondulati.

La fig. 17, nel limbus corneale, offre il profilo di un corpuscolo rassomigliante ad un cavaturaccioli e la fig. 18, nel limbus scleroticale, fa apparire i corpuscoli come fossero costituiti da propaggini lamellari o creste di impronte dovute ai solidi collegamenti fibrosi della regione.

Queste figure si osservano numerosissime nel cingolo sclerale del canale ottico.

Invece in corrispondenza delle inserzioni tendinee dei muscoli sulla sclera non osserviamo figure di aggrovigliamento, ma ciuffi bipolari come si osservano nella fig. 12; gli elementi connettivali del tendine passano in quelli della sclera compenetrandosi in essa senza che differiscano da questi ultimi.

Nella fig. 19 è rappresentata l'inserzione tendinea del muscolo retto esterno nella sclerotica del coniglio, con aderenti alcune fibre muscolari, ed i corpuscoli fissi vi appaiono colla disposizione regolare dei ciuffi i quali sono orientati secondo la direzione dei rispettivi fasci fibrosi.

⁂

Per l'opinione invalsa di un destino fisiologico semplice e di una più semplice struttura istologica, la sclerotica in passato non richiamò troppo su di sè l'attenzione degli osservatori.

Già il Sattler, nel 1896 al Congresso degli Oftalmologi tedeschi in Heidelberg, notava come anche i più estesi trattati sulla fina anatomia del bulbo oculare, di Waldeyer in Grëfe-Saemisch e di Schwalbe, consacrano solo una parte relativamente breve all'anatomia microscopica della sclerotica, la quale poi nella maggior parte dei manuali è trattata in poche righe.

Rohmer nel 1893 fa ugualmente le seguenti considerazioni: « Les éléments anatomiques une fois reconnus on s'est contenté de les généraliser et de penser que, comme structure aussi bien que comme fonction, il s'agissait d'un organe unitaire.

« Mème la connaisance de certaines particularités anatomiques ne peut ébranler l'idèe que la sclerotique avait une signification physiologique non differenciée »(1)

I progressi della tecnica istologica ed il fervore di studi tendenti ad affinare sempre più ed a completare le osservazioni intorno alla più intima struttura dei tessuti, per strappare ad essi il segreto della loro funzione, esigevano per la sclerotica nuove ricerche, le quali noi da qualche anno abbiamo intrapreso per dar loro posto in questo lavoro

Colla speranza che il nuovo contributo possa aprire la via ad indagini anche nel campo poco noto della patologia di questa importante membrana fibrosa dell'occhio noi crediamo per ora di poter riassumere i risultati nostri nelle seguenti proposizioni.

1.º La sclerotica, come la cornea, è costituita da cellule e da fibre connettivali. Le cellule o corpuscoli fissi della sclerotica, hanno una configurazione differente dai corpuscoli fissi della cornea, però si possono osservare tutte le forme di passaggio dall'uno all'altro tipo nel limite sclero-corneale.

2.º Il corpuscolo fisso della sclerotica studiato cogli ordinari metodi di colorazione, si presenta con aspetti un po' diversi a seconda che si ricerca in una sclerotica embrionale, o nel neonato o nell'adulto.

3.º Nell'embrione, coi primi addensamenti delle lamine cefaliche di **Remak** attorno alla vescicola ottica secondaria e col loro differenziamento in coroide e sclera, le cellule di quest'ultima hanno l'aspetto di veri corpuscoli a coda.

---

(1) Questo nostro lavoro, comunicato al Congresso dall'Associazione Oftalmologica Italiana in Parma, nell'ottobre 1907, era già compiuto da qualche mese quando nel gennaio di quest'anno (1908) comparve la monografia completa sulla sclerotica per opera di H. Virchow nella nuova edizione del Graefe-Saemisch.

Il Virchow, il quale raccolse con diligenza tutto quanto fu osservato intorno alla istologia della sclerotica, afferma, anch'egli che ben poco si sa delle cellule della sclera le quali sono state descritte soltanto sullo schema di quelle dei tendini.

La lettura del pregevole lavoro di Virchow ci rassicura sulla buona opportunità delle nostre ricerche.

4.° Nel neonato i prolungamenti di questi corpuscoli riuniti insieme e fortemente collegati, costituiscono tutta la trama fibrosa in cui sono comprese le fibrille elastiche, le quali sono in prevalenza, e le fibrille connettivali. Le prime, in un esame sommario o poco adatto, appaiono indipendenti dai corpi cellulari, invece, con colorazioni adatte e specialmente in sezioni a piatto si vedono derivare direttamente dai prolungamenti protoplasmatici dei corpuscoli fissi, al pari delle fibrille connettivali. Il loro differenziamento integrale però, cogli usuali procedimenti di tecnica sembra avvenire a distanza del corpo cellulare, ed a ciò si deve attribuire la difficoltà dell'osservazione circa la loro origine diretta dal corpo cellulare, da un lato, e l'opinione di elementi autoctoni, dall'altro, riferita da alcuni AA. alle fibre elastiche in generale.

5.° Nell'adulto questo carattere di indipendenza delle fibrille elastiche è più apparente, poichè tanto il protoplasma dei corpuscoli fissi come i prolungamenti fibrillari sono meno facili ad essere messi in evidenza; il nucleo stesso appare schiacciato e laminato tra i fasci fibrosi compatti, coi quali si confonde il rimanente del corpo cellulare. Ma, con tecnica adatta e con osservazione attenta, si riesce a constatare anche nell'adulto quanto è del resto evidentissimo nell'embrione e nel neonato.

6.° I corpuscoli fissi della sclerotica, messi in evidenza col metodo Golgi, presentano, ai poli del nucleo ovolare, raccolta la sostanza protoplasmatica, la quale, a breve distanza, si sfibrilla in prolungamenti finissimi; questi, raccolti insieme di qua e di là dal nucleo stesso, in direzione del suo grande asse, formano degli elegantissimi pennelli di fibrille diversamente orientati e perciò incrociantisi in direzioni diverse.

Ciascuna fibrilla protoplasmatica si parte poi dal pennello seguendo il fascio fibrillare che le è destinato e differenziandosi eventualmente in fibrilla elastica.

7.° Il metodo Golgi rivela anche i differenti aspetti che i corpuscoli fissi della sclerotica assumono quando debbono adattarsi all'andamento assai intricato ed irregolare dei fasci fibrosi in alcune sue speciali regioni, come, ad esempio, nel limite sclero-corneale e nel foro d'ingresso dell'ottico.

In queste regioni gli aggrovigliamenti e le torsioni dei fasci connettivali dànno un aspetto assai originale ai corpuscoli fissi che vi sono compresi.

8.° La direzione dei fasci connettivali ed elastici della sclerotica sfugge ad ogni tentativo di descrizione, poichè la più minuta ricerca dimostra che, in una sezione a piatto ogni piano di essa, percorso dall'obbiettivo del microscopio, presenta direzioni sempre diverse nei fasci fibrillari che rispettivamente lo compongono.

9.° I fasci connettivali della sclerotica sono in gran parte costituiti da fibre di natura elastica, le quali preponderano nella sclerotica di individui ancora giovani.

Questa preponderanza però decàde in seguito a processi flogistici della sclerotica stessa e nella vecchiaia

10.° Tutte le architetture descritte relative alla direzione dei fasci connettivali, che formano la tessitura abbastanza complicata della sclerotica, sono puramente schematiche riferibili solo ed in parte all'andamento dei più grossi fasci di fibre.

Inoltre la trama fibrosa di questa membrana raggiunge il *maximum* della sua intrecciatura nel limbus e nel foro di ingresso del nervo ottico, in modo da resistere ad ogni tentativo di scomposizione sia colla dilacerazione come con le sostanze rigonfianti.

Torino, febbraio 1908.

Spiegazione delle Tavole (1)

Tutte le microfotografie, riprodotte nelle seguenti 13 tavole, furono da noi eseguite con microscopio grande modello Leitz e con apparecchio microfotografico costruito su nostro disegno.

Gli ingrandimenti sono calcolati approsimativamente, tenendo conto, per ciascuna figura, dell'obbiettivo ed oculare adoperato e dell'allungamento della camera oscura.

I finissimi particolari delle microfotografie, come avviene sempre, si sono perduti nella riproduzione autotipica, inoltre, e questo è noto a tutti i fotografi, vi ha anche perdita di particolari nella stampa dei negativi, la quale perdita, per quanto piccola, ha un certo valore quando si tratta di microfotografie.

Tuttavia le riproduzioni hanno il pregio di essere ben dimostrative, per cui il lettore, sommando gli inconvenienti sopra accennati, potrà farsi un concetto della bontà dei negativi, e, meglio ancora, della chiarezza dei preparati microscopici.

Tavola VIII.

Fig. 1. — Embrione di pollo di circa 4 giorni, fissato in liquido di Zenker e colorato al carminio boracico. Campo microscopico di una sezione trasversale della vescicola ottica secondaria, nel quale si osserva la disposizione delle cellule del mesoderma attorno alla vescicola, la quale è rappresentata nella parte superiore della figura dalle cellule pigmentate della prossimale e da alcuni nuclei più esterni della distale.

Le cellule mesodermiche hanno prolungamenti tenui, quasi velamentosi, nuclei in carocinesi con filamenti cromatici visibili e nuclei in riposo. I vasi sanguigni sono costituiti da sole cellule endoteliali e contengono corpuscoli rossi nucleati rotondi oppure ovali se costretti ad assumere questa forma dalla piccolezza del lume vasale.

Disegno ad ingrandimento di 1000 diametri.

Fig. 2. — Occhio di embrione umano al 3.° mese, fissato in formolo; sezione trasversale colorata al carminio allume. Il campo microscopico presenta gli elementi connettivali della sclerotica verso il polo posteriore ed alquanto dissociati a causa della loro scarsa compattezza.

---

(1) Molte delle microfotografie qui riprodotte, insieme ad altre di regioni diverse dell'occhio, inedite ed originali, furono premiate con diploma di medaglia d'oro e medaglia di vermeil della Città di Genova nella Esposizione internazionale di fotografia scientifica ed artistica tenutasi in Torino nel Giugno-Luglio del 1907.

I corpi cellulari ed i rispettivi nuclei appaiono in atteggiamenti diversi ed è assai evidente ai poli dei nuclei stessi la fibrazione del protoplasma dal quale derivano i lunghi prolungamenti a ciuffo.

La microfotografia è stata eseguita con diaframa stretto e con ingrandimento di 500 diametri.

Tavola IX.

Fig. 3 — Altro campo microscopico di sezione di sclerotica di embrione umano al 3.° mese, fissata e colorita come nella fig. 2.

La microfotografia fu eseguita con ingrandimento di 1000 diametri e con diaframma aperto, perciò è meno appariscente la fibrazione del protoplasma e dei prolungamenti. I nuclei appaiono laminati e distesi ed in parte ripiegati o di profilo.

Fig. 4. — Occhio di feto bovino di circa 7 cm. fissato in liquido di Hermann; le sezioni sono colorate alla safranina.

La microfotografia fatta con ingrandimento di 800 diametri dimostra un campo microscopico di una sezione di sclerotica la quale si presenta più compatta specie nella parte superiore della figura.

La fibrazione del protoplasma e l'abbondanza dei prolungamenti fibrillari sono evidentissime.

Tavola X.

Fig. 5. — Sezione trasversale di sclerotica di neonato; occhio fissato in sublimato-Müller; colorazione all'ematossilina orange.

I fasci connettivali già robusti e variamente collegati fra di loro sono stati sezionati in posizioni assai diverse; così dicasi dei nuclei.

I fasci connettivali sezionati trasversalmente dimostrano una fina punteggiatura dovuta alle sezioni ottiche delle fibrille che li compongono. La fibrazione è visibile ancora nei fasci sezionati in lunghezza.

Microfotografia ad ingrandimento di 500 diametri.

Fig. 7. — Sezione trasversale un pò tangenziale di sclerotica di uomo nella regione posteriore dell'occhio. Fissazione in Zenker e colorazione all'ematossilina orange.

I fasci connettivali si presentano più compatti ed i nuclei appaiono fortemente ovali o bastonciniformi. Malgrado la forte compattezza si scorge ancora la fibrazione dei fasci.

La microfotografia fu eseguita ad ingrandimento di 650 diametri.

TAVOLA XI.

Fig. 6. — La sclerotica di neonato, rappresentata della fig. 5, venne preparata anche per dilacerazione; le cellule connettivali fortemente colorate all'ematossilina ci appaiono in questa figura ricche di prolungamenti protoplasmatici fibrillari in atteggiamenti diversi, in qualche punto aggrovigliati oppure in sezione ottica.

La microfotografia fu eseguita ad ingrandimento di 650 diametri.

TAVOLA XII.

Fig. 8. — Come per la sclerotica del neonato fu praticata la dilacerazione anche per la sclerotica dell'adulto, per cui la presente figura è strettamente legata alla fig. 7, come lo sono fra di loro le figure 5 e 6.

È facile constatare, in confronto colla fig. 6, il maggiore sviluppo dei corpi cellulari, e l'origine diretta, dalle espansioni laminari protoplasmatiche, delle fibrille connettivali.

La microfotografia fu eseguita ad ingrandimento di 800 diametri e con diaframma un pò stretto.

Fig. 9. — Sclerotica di uomo; dimostrazione di tutta la trama connettivale ed elastica insieme. I prolungamenti protoplasmatici del corpuscolo connettivo qui rappresentato si collegano colle fibrille circostanti. Fissazione in formol, colorazione all'ematossilina fosfomolibdenica.

Microfotografia eseguita ad ingrandimento di 950 diametri.

TAVOLA XIII.

Fig. 10. — Lamine endoteliali della coroide, colorate come nella fig. 9. Questa figura, riferentesi ad altro nostro lavoro sulla coroide, pubblicato nel 1899, dimostra attorno al nucleo della lamella endoteliale il protoplasma che si trasforma in un tenue reticolato e poi in fibrille che si collegano fra di loro e con quelle di cellule vicine. Anche qui è comune l'origine dai corpi cellulari dei due sistemi di fibrille connettivali ed elastiche. Per quanto il fatto sia analogo è facile scorgere il differente atteggiamento del corpuscolo connettivale della sclerotica rappresentato nella precedente figura.

Microfotografia eseguita ad ingrandimento di 1000 diametri.

Fig. 11. — Sezione un pò dissociata di sclerotica di uomo, fissata nella

serie di alcool e colorata con fuscina acida; si osserva l'origine delle fibre elastiche dalle tenere espansioni protoplasmatiche dei corpuscoli fissi; le cellule appaiono alquanto di profilo ed alcuni prolungamenti flessuosi si perdono per l'inevitabile sfuocamento.

Microfotografia a diaframma stretto e ad ingrandimento di 650 diametri.

TAVOLA XIV.

Fig. 12. — Sezione a piatto di sclerotica di coniglio trattata col metodo Golgi. In essa si osservano diverse fasi di impregnazione dei corpuscoli fissi procedendo dalla parte inferiore alla superiore della figura. Nella metà inferiore si osservano impregnati i nuclei i quali sono orientati diversamente e secondo la direzione dei fasci connettivi nei quali sono compresi. Nella metà superiore l'impregnazione si estende anche ai prolungamenti fibrillari derivanti dai corpi cellulari.

La sezione essendo un pò spessa permette di vedere gli incroci dei corpi cellulari compresi in piani differenti. Naturalmente l'impregnazione nera non può dare nella microfotografia tutti i particolari che si osservano al microscopio.

Ingrandimento di 200 diametri.

Fig. 13. — Questa microfotografia, fatta ad ingrandimento di 450 diametri, rappresenta un particolare della precedente figura e dello stesso preparato, e specialmente l'incrocio dei ciuffi fribillari nei quali sono inclusi i corpi cellulari ossia le cellule fisse della sclerotica.

TAVOLA XV.

Fig. 14. — Sezione a piatto di sclerotica di coniglio in prossimità del limbus, trattata col metodo Golgi. La sezione appartiene agli strati più superficiali dove si osservano aggregati di corpuscoli con fibrille protoplasmatiche unentisi a pennelli ondulati oppure incrociantisi in modi diversi.

Microfotografia ad ingrandimento di 250 diametri.

Fig. 15. — Come la precedente, però la sezione interessa il limbus scleroticale e gli strati profondi della sclera. Nella metà destra della figura si osservano gli aggregati cellulari e fibrillari dianzi descritti, nella metà sinistra invece si osservano aggrovigliamenti e gomitoli fibrocellulari dei quali la microfotografia dà soltanto la configurazione esterna.

Microfotografia ad ingrandimento di 300 diametri,

TAVOLA XVI.

Fig. 16. — Sezione a piatto di cornea di coniglio, trattata col metodo Golgi, e fatta in prossimità del limbus. I corpuscoli corneali appaiono con prolungamenti riuniti a fascio e serpiginosi.

Ingrandimento di 200 diametri.

Fig. 17. — Come la precedente; la sezione interessa il limbus corneale negli strati profondi dove si osservano figure a succhiello od a vite.

Ingrandimento di 200 diametri.

Fig. 18. — Come la precedente; la sezione interessa gli strati profondi del limbus corneale, più verso la sclerotica, e dimostra alcune figure caratteristiche come di propaggini lamellari riunite a pettine.

Ingrandimento di 220 diametri.

Fig. 19. — Sezione di sclerotica di coniglio, trattata col metodo Golgi, ed in corrispondenza dell'inserzione del muscolo retto esterno. Si osservano nella parte inferiore alcune fibre muscolari striate e le rispettive espansioni tendinee. I corpi cellulari a ciuffi pennelliformi non si differenziano da quelli della sclerotica.

Microfotografia ad ingrandimento di 280 diametri.

TAVOLA XVII.

Fig. 20. — Sezione un po' tangenziale di sclerotica di uomo nel segmento posteriore del bulbo oculare; colorazione delle fibre elastiche all'orceina. Le fibre elastiche appaiono spezzettate perchè interrotte dal taglio nel loro svariato percorso. A sinistra della figura si osserva la sezione longitudinale di un'arteria ciliare breve, e nella parte superiore gruppi di cellule pigmentate della lamina fusca.

Microfotografia ad ingrandimento di 250 diametri.

Fig. 21 — Sezione a piatto di sclerotica di uomo nel segmento posteriore e nel percorso delle arterie ciliari brevi; fibre elastiche colorate all'orceina. Si osservano le guaine elastiche dei vasi ed i potenti fasci elastici della sclera.

Microfotografia ad ingrandimento di circa 400 diametri.

TAVOLA XVIII.

Fig. 22. — Sezione trasversale di sclerotica sul limbus di occhio tolto ad un piccolo avoltoio. Le fibre elastiche, colorate all'orceina, si staccano in grossi tronchi dalla superficie interna verso il corpo ciliare, ed a breve distanza si riuniscono in tronchi più robusti.

Microfotografia ad ingrandimento di circa 400 diametri.

Fig. 23. — Sezione trasversale di sclerotica di uomo, nel segmento anteriore. Le fibre elastiche sono colorate all'orceina e mentre sono poco visibili le fibrille elastiche della sclerotica, quelle che costituiscono le lamine dell'episclera si staccano in fasci più robusti percorrenti direzioni diverse.

Microfotografia ad ingrandimento di 350 diametri.

Tavola XIX.

Fig. 24. — Sezione a piatto di sclerotica di uomo con fibre elastiche colorate all'orceina e nuclei cellulari col carmino allume. Le fibrille elastiche si riuniscono a forchetta ed in tenuissimi nastri.

Microfotografia ad ingrandimento di 700 diametri.

Fig. 25. — Sezione a piatto, per congelazione, di sclerotica fresca di uomo, nella regione del limbus, colorata rapidamente all'ematossilina fosfomolibdenica e montata in glicerina; essa dimostra la singolare disposizione dei fasci fibrosi in un piano di sezione.

Microfotografia ad ingrandimento di 800 diametri.

Tavola XX.

Fig. 26. — Sezione a piatto, per congelazione, di sclerotica di uomo, allo stato fresco, nella regione del limbus, senza colorazione e montata in glicerina. Questa figura, insieme alla precedente, può dare una esatta idea della disposizione delle fibrille elementari della sclerotica nella regione del limbus, e, messa a raffronto colle fig. 15 e 18, spiega molto bene gli aspetti singolari dei corpuscoli connettivali compresi in quella regione.

Microfotografia ad ingrandimento di 1100 diametri.

Fig. 27. — Sezione, ottenuta collo stesso metodo della figura precedente, di sclerotica di uomo nella regione equatoriale del bulbo oculare, senza colorazione.

Le fibrille elementari formano incroci assai regolari e perciò più regolare è l'aspetto dei corpuscoli fissi in detta regione.

Microfotografia ad ingrandimento di 1000 diametri.

« Biologica » Vol. II — N. 10

Istituto di Zoologia e di Anatomia e Fisiologia comparate della R Università di Cagliari
diretto dal Prof. Ermanno Giglio-Tos

Dott. **Ermanno GIGLIO-TOS**

L'EREDITÀ
E
LE LEGGI RAZIONALI DELL'IBRIDISMO

Egregio Collega,

La mia interpretazione dei fenomeni vitali, di cui gettai le basi fin dal 1899 e che successivamente esposi in alcune mie pubblicazioni (1), *mi ha condotto alla deduzione di alcune* **leggi razionali dell'ibridismo** *che sono assai interessanti e che permettono di essere verificate mediante gli esperimenti con una precisione matematica.*

Io le chiamo « **leggi razionali** » *appunto perchè non sono dedotte dall'esperimento, ma sono invece una conseguenza logica, naturale ed inevitabile della mia interpretazione.*

Nell'interesse della Biologia prego pertanto Lei, egregio Collega, di voler verificare, se queste leggi razionali dell'ibridismo, che io esporrò nelle pagine seguenti, vengano o no confermate dagli esperimenti che Ella ha fatto o vorrà fare, con-

---

(1) Giglio-Tos E. — Les Problèmes de la Vie — I^e Partie: La substance vivante et la cytodiérèse. 1899. — II^e Partie: L'ontogénèse et ses problèmes. 1903. — III^e Partie: La fécondation et l'hérédité 1904.

La 4.^a parte, di cui la presente nota è uno stralcio del capitolo III, è in preparazione e vedrà la luce, come spero, nell'anno venturo 1909.

tribuendo così alla soluzione di uno dei più importanti problemi della Biologia.

Quali che sieno i risultati che Ella otterrà dai suoi esperimenti, favorevoli o contrarii alle leggi qui esposte, io Le sarò grato, egregio Collega, se vorrà renderli pubblici, e sarò poi molto onorato se Ella, a tale scopo, vorrà servirsi di questo periodico « Biologica » *che ho l'onore di dirigere e che metto perciò a sua disposizione.*

I.

L'eredità e la riproduzione

Per ben comprendere come queste leggi razionali dell'ibridismo sieno una conseguenza logica e inevitabile della mia interpretazione è necessario che io esponga succintamente quali sono le basi di questa.

Secondo la mia interpretazione adunque i caratteri somatici degli organismi dipendono dalla costituzione chimica del bioplasma delle cellule che li formano, costituzione chimica che va via via trasformandosi e differenziandosi, a mano a mano che lo sviluppo ontogenetico prosegue. Per cui, se tale cellula si differenzia, a mo' d'esempio, in una fibra muscolare, si è perchè il suo bioplasma ha assunto una costituzione chimica tale che lo porta a secernere quella sostanza contrattile caratteristica della fibra muscolare: se tal'altra cellula si differenzia in una cellula nervosa, si è perchè la costituzione chimica del suo bioplasma si è trasformata in modo da produrre quelle formazioni e quelle sostanze speciali caratteristiche della cellula nervosa.

Come queste trasformazioni possano avvenire durante lo sviluppo ontogenetico, io ho esposto nella seconda parte del mio lavoro sopracitato; ma questo per ora non ci riguarda. Ciò che invece nel presente caso ha per noi la massima importanza è di ammettere solamente, che i caratteri dell'organismo derivino dalla costituzione chimica delle sue cellule e quindi, in ultima analisi, dalla costituzione chimica del bioplasma del germe o dell'uovo, cellula primitiva da cui derivano tutte le altre. A questo principio fondamentale io non credo che, nello stato attuale delle nostre cognizioni biologiche, nessuno voglia opporsi.

Ciò premesso, ecco in qual modo interpreto la riproduzione e l'eredità.

Supponiamo che un germe qualsiasi abbia una costituzione chimica del suo bioplasma che noi segniamo complessivamente con *a*, e che lo sviluppo di questo germe dia origine ad un essere con caratteri somatici suoi proprii che chiamiamo *x*. È evidente che, se questo essere potrà a sua volta riprodurre delle cellule il cui bioplasma sia identico ad *a*, queste con il loro sviluppo daranno origine senza dubbio ad altrettanti individui identici ad *x*, purchè identiche sieno state le condizioni dello sviluppo. Noi diremo allora che questi nuovi esseri hanno ereditato dal loro progenitore i suoi caratteri somatici.

Interpretato in tal modo questo fenomeno biologico, che pare tanto misterioso e proprio esclusivamente degli esseri viventi, passa invece nel campo generale di tutti i fenomeni della materia, dove, dato che un corpo, in determinate condizioni, dia luogo ad un fenomeno qualsiasi, lo stesso fenomeno si ripeterà, se lo stesso corpo o un corpo identico verrà posto a sua volta in condizioni identiche.

Spiegare l'eredità degli organismi si riduce dunque a spiegare in qual modo un organismo derivato da un germe possa a sua volta rigenerare altri germi identici o uguali a questo.

Ora ecco in qual modo si può dar ragione di questa rigenerazione o riproduzione di germi, secondo la mia interpretazione.

Riduciamo la cosa alla sua più semplice espressione e supponiamo che il germe sia costituito di una sola molecola *a*. Se questa molecola, dopo una serie di trasformazioni chimiche diventerà *m* e questa potrà scindersi in due molecole *a*, evidentemente il germe sarà così riprodotto. Come queste trasformazioni chimiche, caratteristiche dell'assimilazione, e come questo sdoppiamento possa avvenire, io ho da molti anni dimostrato con un esempio concreto, tolto dai composti organici della materia bruta, riconducendo per tal modo i fenomeni dell'assimilazione e della riproduzione, che fin allora si credevano proprii esclusivamente dei viventi, nella categoria generale dei fenomeni chimici.

Si capisce di leggieri come, ciò che diciamo per un germe costituito di una sola molecola, noi lo possiamo estendere a tutti gli altri germi formati di un numero qualsiasi di molecole. Così, dato un germe *A*, formato dalle molecole *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, . . . esso potrà rigenerarsi integralmente se noi supponiamo che queste molecole, dopo una serie di trasformazioni chimiche dovute all'assimilazione, arrivino ad una costituzione chimica *m*, *n*, *o*, *p*, *q*, . . . in seguito alla quale si sdoppino ognuna in *2 a*, *2 b*, *2 c*, *2 d*, *2 e*, . . . poichè, in tal caso, il loro sdoppiamento e la loro successiva aggregazione uguale alla primitiva porteranno alla formazione di due germi identici al germe originario *A*.

Se questo avviene, la rigenerazione del germe sarà completa: il che precisamente si verifica nei casi di riproduzione asessuale o partenogenetica. Ma naturalmente non sono questi i casi che ci possano interessare nella presente quistione.

Noi dobbiamo invece considerare quei fatti, in cui la riproduzione ha luogo per sessi, cioè per fecondazione o per coniugazione, in cui insomma il germe è costituito dall'unione di due gameti.

In questo caso le molecole del bioplasma del germe, o biomolecole come io le chiamo per maggior brevità, saranno naturalmente di due sorta, cioè le une provenienti da un gamete e le altre dall'altro gamete, e quindi, in linea generale, le une maschili e le altre femminili, che potremo indicare complessivamente con A e B. Il germe risultante dall'unione di questi due gameti, l'uovo fecondato insomma, sarà dunque costituito da ♂ A B ♀.

Qui due casi sono possibili: o l'organismo nato dal germe A B è capace di rigenerare *tutte* le biomolecole che lo formano, e in tal caso ha luogo la partenogenesi che non ci riguarda: oppure esso non ha questa facoltà.

In questo secondo caso è evidente che, se la rigenerazione completa di *tutte* le biomolecole non è possibile, non è escluso che esse si possano rigenerare almeno *in parte*. Ed è su questo principio che io baso la mia interpretazione della sessualità, della maturazione delle cellule sessuali e della fecondazione, che io tenterò di esporre succintamente, essendo essa indispensabile per l'esatta comprensione delle leggi che dedurremo.

Io suppongo che, se la rigenerazione di *tutte* le biomolecole di un germe non è possibile per ragioni intrinseche od estrinseche, sia però possibile la rigenerazione di una metà di esse, e ciò senza fare nessuna ipotesi che vada al di là di quanto la scienza positiva ci permette, anzi ricorrendo ad un fenomeno chimico semplicissimo.

La rigenerazione delle biomolecole si riduce in ultima analisi ad un fenomeno di assimilazione, per cui ogni molecola deve aggiungere a se stessa tanti atomi degli stessi elementi che la formano fino ad averne un numero doppio, dopo di che solamente potrà sdoppiarsi in due biomolecole uguali alla primitiva. Ora questo fenomeno, puramente chimico, può compiersi per effetto delle sostanze nutrienti, ma può anche darsi che queste non sieno sufficienti. In tal caso le biomolecole stesse del bioplasma possono funzionare a loro volta come sostanze nutrienti rispetto alle altre.

Ritorniamo al nostro esempio concreto e supponiamo un uovo, in cui A rappresenti le biomolecole provenienti dal gamete maschile e B quelle del gamete femminile.

Trascuriamo per ora le trasformazioni che queste biomolecole subiranno nella serie delle cellule somatiche, producenti poi i varî differenziamenti caratteristici e quindi i caratteri somatici dell'individuo che nascerà da quest'uovo e limitiamoci ad esaminare invece la serie delle cellule genetiche.

Io suppongo, contrariamente a quanto Weismann sostiene con la continuità del plasma germinativo, che queste biomolecole non rimangano sempre uguali a se stesse nelle varie generazioni successive di queste cellule, ma che esse invece si trasformino chimicamente, così che le biomolecole AB si trasformeranno nelle successive divisioni in $A'B'$, $A''B''$ .... ecc., pur mantenendo sempre la loro individualità primitiva. Ognuna delle cellule genetiche derivate da queste generazioni conterrà dunque sempre tante biomolecole maschili e tante biomolecole femminili quante erano nel germe primitivo, sebbene di costituzione chimica differente dalla primitiva.

Ciò premesso, consideriamo ora l'ultima generazione di queste cellule, cioè le gonadi, e supponiamo che in queste le biomolecole abbiano raggiunto una costituzione chimica che indico con M per quelle maschili e con N per quelle femminili: M N, e questa costituzione sia raggiunta al termine del loro periodo di assimilazione, quando cioè sta per iniziarsi la prima citodieresi di maturazione, anzi, per rendere più concrete le nostre idee, supponiamo di considerare uno spermatocito di primo ordine.

In questo istante dunque M e N avranno raggiunto, per effetto dell'assimilazione, una costituzione tale che il numero dei loro atomi sarà press'a poco uguale al doppio di A o al doppio di B. Se il loro sdoppiamento in A e B contemporaneamente fosse possibile, si otterrebbero 2 A e 2 B e quindi due germi uguali al primitivo, ma poichè, per ipotesi, noi escludiamo questa possibilità, dobbiamo supporre che questo sdoppiamento non avvenga, e considerare in qual modo possa tuttavia aver luogo la rigenerazione del germe, senza di che la riproduzione non potrebbe avvenire.

Io suppongo allora che la costituzione di M sia tale che possa addizionarsi con N. Si tratta, come ognuno vede, di un semplice fenomeno chimico di addizione di due molecole, fenomeno da me designato col nome di *addizione biomolecolare*, della massima semplicità, ma di una portata immensa, come vedremo, per le conseguenze che ne deriveranno, e che ci permette di spiegare l'origine della sessualità, della maturazione delle cellule sessuali, dei fenomeni della sinapsi, della formazione delle tetradi, della riduzione del numero dei cromosomi e della necessità della fecondazione. Tutte spiegazioni, come ci persuaderemo, che sgorgano spontanee, semplici, logiche da questo solo fenomeno chimico che noi introduciamo come ipotesi.

Per renderci più esatto conto di quanto dobbiamo dire, diamo a queste biomolecole un valore numerico che indichi il numero degli atomi che le compongono, notando tuttavia che, se il numero degli atomi è una qualità necessaria per definire una molecola, non è tuttavia sufficiente, perchè uno dei fattori principali di essa è anche la disposizione reciproca. l'aggruppamento di questi atomi. Ma, per ridurre l'esempio ad una maggiore semplicità, trascureremo in questo caso quest'ultimo carattere, sebbene importante e ci limiteremo a considerare solamente il numero degli atomi.

Supponiamo dunque che il numero di atomi di una delle molecole del gamete maschile A sia 10 e quello di una del gamete femminile B sia 15, e che queste biomolecole. per effetto dell'assimilazione, abbiano aggiunto a se stesse tanti atomi da arrivare, quando la gonade ha la costituzione ♂ MN ♀ , ossia nella sinapsi che precede la prima divisione di maturazione, ad avere rispettivamente un numero di atomi ♂ 16 e ♀ 24.

È evidente che, se ambedue queste biomolecole dovessero rigenerarne per sdoppiamento due altre uguali a quella del germe primitivo, che abbiamo supposto di ♂ 10 e di 15 atomi, la prima, invece che 16, dovrebbe presentare 20 atomi ($10 + 10 = 20$) e la seconda 30 atomi invece che 24 ($15 + 15 = 30$).

Ma se, come noi supponiamo, avviene in quell'istante l'addizione delle due biomolecole si otterrà una biomolecola unica con 40 atomi ($16 + 24 = 40$), la quale equivale precisamente al quadruplo della biomolecola maschile di A. Questa biomolecola potrà dunque, con due successivi sdoppiamenti, dare origine a 4 biomolecole uguali alla biomolecola primitiva 10 ($4 \times 10 = 40$).

Ripetendo ora lo stesso ragionamento per tutte le biomolecole del germe, si può facilmente dimostrare che nello stesso modo potranno rigenerarsi tutte le altre biomolecole maschili del gamete A, e quindi che potrà essere rigenerato tutto il gamete A, ma che nel tempo stesso questo sarà rappresentato, dopo questa rigenerazione, non da 2 A solamente, bensì da 4 A.

Dunque, in seguito all'addizione biomolecolare, nel caso che ora abbiamo considerato, sarebbe possibile la rigenerazione delle biomolecole maschili del germe primitivo.

cioè di tutto il gamete A che entrava, come abbiamo supposto, nella sua costituzione originaria.

Ora, poichè tale germe ♂ AB ♀, da cui è derivato l'organismo che noi abbiamo finora considerato, conteneva anche le biomolecole femminili B, è evidente che la rigenerazione del gamete A non sarà sufficiente per dar luogo ad un altro individuo uguale al primo, poichè mancheranno ancora alla sua ricostituzione integrale tutte le biomolecole del gamete B. È dunque necessario che anche queste si rigenerino, se si vuole che, con la loro unione con quelle di A, si ricostituisca integralmente il germe primitivo AB.

Non ci resta adunque che supporre per B un fenomeno analogo a quello che abbiamo supposto per A, cioè che l'addizione biomolecolare possa anche dare origine a 4 B.

Ma, poichè noi ammettiamo implicitamente che A e B siano diversi e per la struttura delle loro biomolecole e per il numero dei loro atomi, è chiaro che, per arrivare a rigenerare, addizionandosi, le biomolecole femminili, le biomolecole del germe dovranno raggiungere una costituzione definitiva diversa da quella supposta nel primo caso, e quindi che dovranno anche seguire, durante le varie generazioni delle cellule, trasformazioni chimiche differenti dalle prime. Di qui la necessità di due sorta di trasformazioni biomolecolari, di due sorta di preparazioni e di maturazioni, l'una che termina con la rigenerazione delle biomolecole maschili, l'altra con quella delle biomolecole femminili. Chiameremo queste due sorta di preparazioni e di maturazioni sessuali, la prima maschile e la seconda femminile, e, se noi indichiamo con ♂ M′ N′ ♀ le strutture delle biomolecole al termine della preparazione e maturazione femminile potremo indicare i due fenomeni con lo schema seguente:

♂ A B ♀ . . . . ♂ M + N ♀ = 4 A ♂
♂ A B ♀ . . . . ♂ M′ + N′ ♀ = 4 B ♀

Di qui, come si vede, l'origine dei due sessi, e della sessualità, e quindi la necessità della fecondazione, cioè dell'unione di un gamete di un sesso con quello dell'altro per ricostituire integralmente un germe uguale al primitivo.

Del resto questa interpretazione ci permette anche di spiegare in modo facile e naturale tutti quegli intimi e in apparenza complessi fenomeni che caratterizzano la maturazione delle cellule sessuali.

L'addizione biomolecolare porta di necessità ad una fusione intima delle particelle della cellula, dei biomori, come io le designo, ed ecco per tal modo spiegata quella fusione dei cromioli della cromatina che Strassburger, Allen ed altri hanno osservato nei primi istanti della sinapsi.

In seguito all'addizione biomolecolare, metà delle biomolecole scompaiono e perciò, se noi ci riferiamo ai cromosomi, ecco spiegato perchè il loro numero si riduca a metà del normale.

I due sdoppiamenti successivi all'addizione biomolecolare, portano, come abbiamo dimostrato, alla formazione di 4 biomolecole uguali alla primitiva e quindi nei cromosomi a 4 cromosomi, onde la formazione delle tetradi, e perciò, secondo la mia interpretazione della citodieresi, alle due divisioni successive.

La spiegazione di tutti questi fenomeni, finora inesplicabili, con una ipotesi sola e semplicissima è certo cosa che milita in favore della mia interpretazione. Tuttavia io mi voglio qui limitare ad attrarre l'attenzione dei Biologi sulle conseguenze inevitabili riguardanti l'eredità e l'ibridismo.

Il principio su cui noi basiamo l'eredità degli organismi è dunque questo: dato un germe AB che, in determinate condizioni, produca un dato organismo con i caretteri somatici X, un altro germe identico al primo, nelle stesse condizioni, produrrà un altro organismo identico al primo nei suoi caratteri somatici. E questa rigenerazione di un germe identico al primo, si ottiene, come abbiamo visto, con l'addizione biomolecolare, nelle due diverse preparazioni sessuali.

Ciò posto, supponiamo che in luogo di B entri nella formazione del germe un altro gamete B. Il germe sarà allora formato da A B', e perciò, sviluppandosi, darà un organismo che invece dei caratteri somatici X ne presenterà altri un po' differenti, per esempio X. Un fatto analogo avverrà, se si sostituirà il gamete A con un altro gamete A'. I caratteri somatici riveleranno dunque in una certa misura la differenza nella costituzione intima dei due germi, costituzione che per questo solo mezzo ci sarà possibile di conoscere.

Ma non basta.

Le biomolecole delle cellule genetiche seguiranno dunque le loro caratteristiche trasformazioni in senso maschile e femminile per giungere fino all'addizione biomolecolare; perciò, se quelle di ♂ A B ♀ si trasformavano, come abbiam supposto, in ♂ M N ♀, quelle del germe ♂ A B' ♀ si trasformeranno in ♂ M N'' ♀ e quindi l'addizione biomolecolare di queste (M + N) non potrà dare per risultato 4 A, ma darà invece 4 A'', vale a dire un gamete, fondamentalmente uguale al primo, ma tuttavia qualche po' differente, e questa differenza dipenderà dall'avvenuta addizione biomolecolare, nella quale un po' dei caratteri di B si trasmetterà ad A.

Questa conseguenza, logica, naturale, inevitabile della mia interpretazione è della massima importanza, perchè ci servirà per darci ragione di alcuni fenomeni osservati nell'ibridismo e che sono inconciliabili e inspiegabili con la teoria, ora in voga, della separazione dei cromosomi nella formazione dei gameti.

Non mi fermerò qui a dimostrare, ciò che mi sarebbe assai facile, come, partendo dalla mia interpretazione, si spieghi molto semplicemente e razionalmente perchè non sia possibile l'incrocio tra specie lontane e perchè gli ibridi sieno talora infecondi. Mi limiterò qui, prima di passare alle leggi dell'ibridismo, a considerare solamente un fenomeno che può portare nell'ibridismo a risultati interessanti e che è conseguenza diretta del modo con cui avviene, secondo la nostra interpretazione, la maturazione delle cellule sessuali.

Ammesso quanto prima ho detto, che cioè l'addizione biomolecolare sia la causa prima di tutti gli altri fenomeni, ne seguirà, se essa veramente esiste, che ogni biomolecola di uno dei gameti deve avere la sua corrispondente nell'altro gamete e quindi che ogni biomolecola maschile ha la sua corrispondente femminile, con la quale dovrà addizionarsi per rigenerare se stessa, e reciprocamente.

Consideriamo per esempio i cromosomi, giacchè si tratta di parti cellulari ben visibili e che possono perciò essere oggetto di confronto, e supponiamo che si uniscano due gameti con un numero differente di cromosomi, precisamente come Rosenberg (1) osservò nell'incrocio di *Drosera rotundifolia* con *Drosera longifolia*. La 1ª di queste specie ha 20 cromosomi: la 2ª ne ha 40. I gameti della prima avranno dunque 10 cromosomi e 20 quelli della seconda. L'ibrido deriverà dunque da un germe con 30 cromosomi e le cellule sessuali di quest'ibrido dovranno presentare 30 cromosomi, come di fatto Rosenberg ha potuto constatare.

Ma, se è vera la nostra interpretazione, i 10 cromosomi di *Drosera rotundifolia* troveranno bensì i loro corrispondenti in 10 dei 20 cromosomi di *Drosera longifolia*, ma gli altri 10 cromosomi di questa specie saranno senza corrispondenti. Ciò equivale a dire che mancheranno le biomolecole con le quali le biomolecole di essi dovrebbero addizionarsi per poter rigenerarsi. Ne seguirà quindi che l'addizione biomolecolare si potrà fare solamente tra 10 cromosomi e sarà impossibile negli altri 10, quindi, conseguenza inevitabile, di quei primi 10 cromosomi compariranno le tetradi, ma gli altri 10 non potranno rigenerarsi. Nella maturazione delle cellule sessuali si vedranno dunque 10 tedradi e 10 cromosomi semplici. Ciò coincide esattamente con quanto Rosenberg ha constatato di fatto.

Chè se invece nella formazione dei gameti avvenisse solo una semplice separazione dei cromosomi, come molti pretendono, dei quattro gameti due dovrebbero presentare 10 cromosomi e due altri 20. Se ciò non avviene, è segno evidente che la maturazione delle cellule sessuali consiste in qualche cosa di più intimo e di più interessante che non la semplice separazione dei cromosomi: è segno insomma che la rigenerazione di questi non è possibile senza la presenza di cromosomi corrispondenti dell'altro sesso.

---

(1) Rosenberg O. — Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze, in: *Ber. deut. bot. Gesells.* Bd. XXI — 1903 — pp. 110-119.

Id: — Ueber die Tetradenteilung einer Drosera — Bastardes, in: ibidem — Bd. XXII — 1904 — pp. 47-53.

Riservandoci di ritornare più tardi su questo esempio onde illustrare le conseguenze ulteriori dell' ibridismo tra due specie nelle condizioni ora descritte, passeremo ora a considerare le vere leggi dell'ibridismo, nel caso ben inteso che i suoi risultati sieno positivi.

II.

Le leggi razionali dell'ibridismo.

Ibridi della 1.ª generazione.

Consideriamo dunque due specie R S, i cui caratteri somatici noi indicheremo complessivamente con *r s*, e supponiamo che l'incrocio fra queste due specie sia reciproco, cioè che il maschio di R possa fecondare la femmina di S e reciprocamente che il maschio di S possa fecondare la femmina di R dando in tal modo origine a due prodotti che chiameremo ibridi reciproci.

Secondo la nostra interpretazione i cromosomi dei due sessi, e quindi i gameti, sono di costituzione chimica differente, quindi indicheremo con ♂ A, ♀ B i gameti rispettivi della specie R e con ♂ C, ♀ D quelle della specie S. Ma poichè questi gameti, pur essendo differenti, appartengono però alla stessa specie e quindi hanno in comune i suoi caratteri li rappresenteremo in questo modo:

per R	per S
♂ A^r ♀ B^r	♂ C^s ♀ D^s

L'incrocio delle due specie potrà dunque avvenire tra ♂ A^r D^s ♀ e tra ♂ C^s B^r ♀, dall'unione dei quali gameti deriveranno due ibridi di 1.ª generazione reciproci che, seguendo la nomenclatura di Bateson, indicheremo con F_1.

Dobbiamo osservare fin d'ora che, dati i principî della nostra interpretazione, questi due ibridi non sono uguali, perchè non sono uguali i loro germi, come ben si vede. Di questa differenza sostanziale non si tiene il dovuto conto negli esperimenti sull'ibridismo che vanno moltiplicandosi in questi giorni, eppure essa non è, come vedremo, trascurabile e che esista realmente ne abbiamo esempi parecchi fra cui il più noto è quello del mulo, ibrido dell'asino e della cavalla, ben differente dal bardotto, ibrido del cavallo e dell'asina.

Converrà dunque distinguere i due idridi suddetti segnando il modo con cui si sono ottenuti. Segneremo perciò con F_1^{rs} l'ibrido derivato dall'unione dei gameti ♂ A^r D^s ♀, cioè del maschio della specie R con la femmina della specie S e con F_1^{sr} l'ibrido suo reciproco, derivato dall'unione dei gameti ♂ C^s B^r ♀, cioè dall'incrocio del maschio di S con la femmina di R.

Quali saranno i caratteri di questi ibridi di 1.ª generazione?

Dare a questo proposito una legge generale non è possibile; tuttavia si può dire in linea di massima che essi presenteranno una miscela dei caratteri delle specie. È però bene intendersi chiaramente a questo proposito.

Chiunque abbia avuto occasione di esaminare ibridi, avrà potuto constatare, che la manifestazione dei caratteri dei parenti ha luogo il più delle volte in misura diversa nelle varie parti del corpo, anche in uno stesso individuo. Un ibrido di due piante può, per esempio, presentare nei suoi fiori una miscela dei caratteri dei genitori e invece mostrare nelle foglie una prevalenza dei caratteri maschili o femminili. Lo stesso ibrido di due specie animali può avere, per esempio, nelle forme del suo corpo una miscela dei caratteri delle due specie, e nel tempo stesso una prevalenza dei caratteri dell'una nella colorazione e una prevalenza di quelli dell'altra specie in qualche altra parte.

Non mi sarebbe difficile il mostrare che, con la mia interpretazione del differenziamento ontogenetico, questi fatti sono spiegabili, o per lo meno non urtano con i suoi principî. Ma per amore di brevità io non mi fermerò su questo punto, tanto più che esso non ha per la nostra quistione alcun interesse.

Di fatto, le conclusioni che noi stiamo per dedurre si devono intendere sempre riferite ad un carattere determinato, qualunque esso sia, il quale deve servire come termine di confronto per verificare le leggi razionali. Noi non indagheremo dunque perchè un carattere sia dominante o recessivo, ma ci limiteremo a constatare il fatto, e, questo ammesso, vederne le conseguenze inevitabili secondo le nostre leggi.

Io credo tuttavia opportuno, a proposito dei caratteri dominanti o recessivi, premettere alcune osservazioni che non mi paiono senza importanza.

Io non voglio negare in modo assoluto che talvolta il carattere di una specie sia veramente dominante, cioè sopraffaccia o soffochi quello dell'altra specie, ma intendo solo di far notare, come, in molti casi, noi siamo indotti in errore nel giudicare di una simile predominanza, semplicemente perchè non possediamo i mezzi adatti per misurare il valore esatto di certi caratteri.

Noi constatiamo, per esempio, che il color rosso di certi fiori è dominante su quello bianco; che la pigmentazione nera o grigia è dominante sull'albinismo; che la presenza di peli è dominante sulla nudità della pelle e via di seguito. Ma tutto ciò può essere semplicemente un'apparenza, mentre in realtà i caratteri dell'una e dell'altra hanno uguale potenza.

Mi si permetta un esempio che, per quanto grossolano, servirà a spiegare meglio il mio concetto.

Mescoliamo parti uguali di vino e di acqua. Il colore della miscela non sarà certo quello dell'acqua, ma il color rosso del vino. Mescoliamo acqua e inchiostro di china in parti uguali, e la miscela presenterà il color nero dell'inchiostro di china. Noi diremo allora che il color del vino e dell'inchiostro di china sono dominanti su quello dell'acqua, ma in realtà non si tratterà che di un'apparenza, perchè, se misurassimo esattamente il colore della miscela, vedremmo che esso è intermedio tra il color dell'acqua e quello del vino o dell'inchiostro di china, cioè sarà pur sempre rosso o nero, ma di una intensità minore che quello del vino o dell'inchiostro di china puri.

Ora io credo che qualche cosa di simile avvenga in molti casi in cui si parla di caratteri dominanti.

L'incrocio di una specie a fiori rossi con un'altra a fiori bianchi darà un ibrido a fiori rossi, ma, se si potesse misurare esattamente la tonalità del rosso dell'ibrido con quella del rosso della specie pura, probabilmente troveremmo che essa è intermedia tra i colori delle due specie.

L'incrocio di una specie pelosa con un'altra glabra darà un ibrido con peli. Il carattere peloso sarà dunque dominante, e naturalmente non lo potrà essere l'opposto, ma probabilmente i peli dell'ibrido saranno meno lunghi e meno abbondanti che nella specie originaria.

Premesse queste spiegazioni, tanto per intenderci sul significato preciso che possono avere i vocaboli di dominante e recessivo, di cui faremo uso nelle pagine seguenti, ritorniamo ai due ibridi reciproci delle specie R e S.

Se noi ammettiamo dunque che nè i caratteri *r* della specie R, nè quelli *s* della specie S sieno dominanti cioè che abbiano gli uni e gli altri la stessa potenza, gli ibridi F_1^{rs}, F_1^{sr} saranno intermedî fra le due specie: ma, se ammettiamo che i caratteri *r* ed *s* sieno dominanti, evidentemente tali ibridi, o saranno somiglianti, almeno in apparenza, alla specie R oppure alla specie S.

Ora di ciascuno di questi ibridi reciproci consideriamo i maschi e le femmine.

Data la nostra interpretazione della maturazione delle cellule sessuali e della formazione dei gameti, previa l'addizione biomolecolare, ne seguirà necessariamente che nell'ibrido F_1^{rs} maschio, derivato dal germe ♂ A^r D^s ♀, le biomolecole dei due gameti, dopo di aver subìto quelle trasformazioni chimiche che abbiamo dette caratteristiche della preparazione e della maturazione nel senso maschile, addizionandosi fra di loro, rigenereranno, dopo i due successivi sdoppiamenti della biomolecola risultante dalla loro addizione, 4 biomolecole *quasi* uguali a quelle maschili originarie e perciò 4 gameti *quasi* uguali ad A.

Per la stessa ragione ed in modo analogo nell'ibrido F_1^{rs} femmina derivato da un germe uguale al precedente, ♂ A^r D^s ♀, l'addizione biomolecolare darà per risultato la formazione di gameti *quasi* uguali al gamete femminile originario, cioè a D.

Altrettanto possiamo dire per gli ibridi reciproci F_1^{sr} maschi e femmine, derivati dai germi di costituzione ♂ C^s B^r ♀. I maschi di questi ibridi rigenereranno cioè gameti *quasi* uguali a C e le femmine gameti *quasi* uguali a B.

Diciamo gameti *quasi* uguali e non identici ai primitivi perchè, dato il modo di loro formazione e l'addizione biomolecolare che la precede, questa identità non potrà essere assolutamente perfetta. Di fatto, siccome il nuovo gamete generato dall'ibrido deriva dalle scissioni delle biomolecole risultanti dall'addizione biomolecolare; siccome d'altra parte questa addizione si fa tra le biomolecole della specie R e quelle della specie S, naturalmente e di necessità le biomolecole dei gameti si risentiranno di quest'addizione e quindi porteranno con sè un po' dei caratteri dell'altra specie. Essi cioè non saranno perfettamente puri, ma riterranno qualche cosa dei caratteri dell'altra specie. Non si rigenereranno dunque nel caso nostro dei gameti ♂ A^r, ♀ D^s, ♂ C^s, ♀ B^r, ma gameti ♂ $A^{r(s)}$, ♀ $D^{s(r)}$, ♂ $C^{s(r)}$, ♀ $B^{r(s)}$, cioè i gameti maschili dell'ibrido F_1^{rs} riterranno un po' dei caratteri della specie S, quelli femminili dello stesso ibrido riterranno invece un po' dei caratteri della specie R, e reciprocamente quelli maschili dell'ibrido F_1^{sr} riterranno un po' della R e quelli femminili un po' della specie S.

Questa osservazione è della massima importanza per la nostra interpretazione, perchè essa ci permette di spiegare alcuni fenomeni, dei quali la semplice pretesa separazione dei cromosomi non potrebbe affatto darci ragione.

Riserbandoci di citare fra poco i fatti in quistione ci limiteremo però a far fin d'ora osservare che, se questa pretesa separazione di cromosomi avvenisse realmente, i gameti dovrebbero essere puri, cosa che i fatti suddetti smentiscono assolutamente.

Per intanto stabiliamo questa:

1.ª LEGGE. — Gli ibridi della 1.ª generazione presentano caratteri somatici intermedii, se nessuno dei caratteri dei genitori è dominante: presentano invece caratteri somatici di uno di essi, se i caratteri di questo sono dominanti; in ogni caso i gameti che essi producono non possono mai essere puri.

Ibridi della 2.ª generazione

Quali saranno dunque i prodotti degli ibridi di prima generazione, cioè gli ibridi della seconda generazione?

La risposta è semplice ed evidente. Poichè i gameti degli ibridi di prima generazione sono per F_1^{rs}: ♂ $A^{r(s)}$, $D^{s(r)}$ e per F_1^{sr}, suo reciproco: ♂ $C^{s(r)}$, ♀ $B^{r(s)}$ le combinazioni possibili saranno le seguenti:

1.º) ♂ $A^{r(s)}$ $D^{s(r)}$ ♀ — 2.º) ♂ $C^{s(r)}$ $B^{r(s)}$ ♀
3.º) ♂ $A^{r(s)}$ $B^{r(s)}$ ♀ — 4.º) ♂ $C^{s(r)}$ $D^{s(r)}$ ♀

delle quali le due prime derivano dall'unione dei gameti provenienti tutti da ibridi di prima generazione della stessa natura, cioè: da F_1^{rs} e da F_1^{sr} e le altre due invece dall'incrocio di gameti dei due ibridi reciproci di prima generazione.

Dobbiamo dunque in questo caso tener conto di due sorta di ibridi di seconda generazione: gli uni, che chiameremo ibridi di 2.ª generazione unilaterali, che indicheremo con F_2^{u} e che derivano dall'unione dei gameti di una stessa categoria di ibridi di 1.ª generazione; e gli altri che chiameremo ibridi di 2.ª generazione reciproci, che indicheremo con F_2^{i} e che derivano dall'unione di gameti provenienti da ibridi di prima generazione reciproci, cioè dalle due categorie di prima generazione.

Le quattro categorie di ibridi della seconda generazione saranno dunque le seguenti:

1.º) F_2^{u} — ♂ $A^{r(s)}$ $D^{s(r)}$ ♀
2.º) F_2^{u} — ♂ $C^{s(r)}$ $B^{r(s)}$ ♀
3.º) F_2^{i} — ♂ $A^{r(s)}$ $B^{r(s)}$ ♀
4.º) F_2^{i} — ♂ $C^{s(r)}$ $D^{s(r)}$ ♀

Qui noi dobbiamo anzitutto constatare subito che gli ibridi 3.º e 4.º F_2^i derivano dall'unione di gameti fondamentalmente uguali a quelli delle specie stipiti cioè l'ibrido 3.º) F_2^i da gameti ♂ A^r, B^r ♀ come quelli della specie R e l'ibrido 4.º) F_2^i da gameti ♂ C^s D^s ♀ come quelli della specie S.

Dunque in questo caso *il ritorno alla specie stipiti è evidente, ritorno che però si ha solamente per mezzo dell'incrocio degli ibridi reciproci di prima generazione.*

Tuttavia noi dobbiamo subito far rilevare una differenza fondamentale tra i risultati che si ottengono in base a questa nostra interpretazione e quelli che logicamente si dovrebbero ottenere, se fosse vera la pretesa separazione dei caratteri nei singoli gameti.

Di fatto, se questa separazione esistesse e se non intervenisse nessun altro fenomeno più intimo prima della formazione dei gameti, questi dovrebbero essere puri e quindi, dall'incrocio di questi ibridi, non solo si dovrebbe far ritorno alle specie originarie, ma i prodotti dovrebbero anch'essi essere puri, il che invece non si verifica affatto.

H. de Vries, Castle, Haecker ed altri ancora hanno già rilevato questa impurezza dei gameti senza tuttavia aver saputo darsene una spiegazione soddisfacente. Haecker (1) in questi ultimi tempi ci ha comunicato i risultati degli esperimenti di ibridismo fra axolotl neri e albini che dimostrano chiaramente come questa purezza di gameti, che sarebbe inevitabile con la teoria della separazione dei gameti, non si verifichi affatto.

Sono sorte, è vero, di fronte a questi fatti contradditorî, alcune ipotesi per opera di Morgan, Fick, Tschermak che tentano di spiegare la cosa, facendo supposizioni più o meno fondate e più o meno intelligibili, ma queste ipotesi, oltre che essere semplici ripieghi, hanno anche il difetto di conservare, come principio fondamentale, la supposizione della separazione dei caratteri paterni e materni nei gameti e quindi di non ovviare alle altre conseguenze che da questo principio derivano per fil di logica e che sono in contraddizione con alcuni risultati sperimentali, come potremo fra poco dimostrare.

---

(1) Häcker V. — Ueber Axolotlkreuzungen, II Mitth. (Zur Kenntniss des partiellen Albinismus) in: *Verh. deut. zool. Gesells.* zu Stuttgart — Leipzig, 1908, pp. 194-205.

Ci affrettiamo per intanto a far notare, come tale impurità dei gameti degli ibridi, data la nostra interpretazione, è una conseguenza inevitabile del loro modo di formazione, siccome quanto abbiamo dimostrato nelle pagine precedenti, e quindi l'impurità dei prodotti, quale realmente si verifica negli esperimenti, è un fenomeno che viene perfettamente a confermare, quanto noi teoricamente possiamo prevedere con i principî della mia interpretazione.

Di fatto i gameti dell'ibrido 3°) F_2^i non sono in realtà perfettamente identici a quelli della specie pura R, cioè ♂ A^r e ♀ B^r, ma sono ♂ $A^{r(s)}$ e $B^{r(s)}$ cioè contengono una traccia dei caratteri della specie S, traccia che hanno acquistato nell'addizione biomolecolare che ha preceduto e provocato la loro formazione. Per la stessa ragione i gameti dell'ibrido 4°) F_2^i non sono proprio perfettamente identici a quelli della specie S cioè ♂ C^s, ♀ D^s, ma sono, come si è dimostrato, ♂ $C^{s(r)}$ e ♀ $D^{s(r)}$, cioè contengono traccia dei caratteri della specie R.

Si capisce allora di leggieri come gli ibridi derivati dall'unione di questi gameti facciano bensì ritorno alla specie originaria, ma presentino tuttavia traccia dei caratteri dell'altra specie con la quale è avvenuto l'incrocio primitivo, previsione che è per l'appunto confermata esattamente dai risultati sperimentali.

Abbiamo anche visto che, *secondo la nostra interpretazione, il ritorno alle specie stipiti ha luogo solamente quando si incrocino fra di loro i gameti degli ibridi reciproci di 1.ª generazione, e non altrimenti.*

Anche in questo caso l'ipotesi della pretesa separazione dei caratteri nei gameti conduce a conseguenze ben diverse dalle nostre e che sono in contraddizione caon lcuni risultati sperimentali.

Di fatto, se questa separazione fosse vera e reale, il ritorno alle specie originarie dovrebbe essere possibile non solo nell'incrocio di ibridi reciproci, ma anche in quello di ibridi unilaterali.

I risultati sperimentali invece non confermano sempre questa deduzione logica ed inevitabile ed i sostenitori di quella ipotesi si trovano perciò sconcertati e sono costretti ad ammettere allora una eccezione alla regola, cioè ad ammettere che la separazione dei caratteri in questi casi non abbia luogo.

H. de Vries, alcuni anni or sono, incrociò *Oenothera biennis* con *Oe. muricata* evitando l'incrocio reciproco. In questo caso egli ottenne ibridi che presentavano caratteri dell'una o dell'altra delle due specie, ma che nelle generazioni successive si conservarono come tali, presentando oscillazioni più o meno ampie, ma senza mai far ritorno alle specie originarie, cosa che ha stupito e stupisce ancora oggidì il de Vries (1).

Esempi simili sono d'altronde numerosi nel regno vegetale e fors' anche nel regno animale. Ma, mentre essi si trovano in patente contraddizione con l'ipotesi della separazione dei caratteri, sono invece in perfetto accordo con le nostre leggi razionali confermandone l'esattezza. Il che è indizio di una differenza profonda e fondamentale delle due interpretazioni.

Ciò premesso, ritorniamo ai nostri ibridi di seconda generazione ed esaminiamo ancora più minutamente le deduzioni ed i risultati teorici che ricaviamo dai nostri principî.

Nel caso dell'ibrido 3°) F_2^i si ottiene il ritorno alla specie R incrociando il maschio dell'ibrido F_1^{rs} con la femmina del recipro F_1^{sr}. Così pure nel caso dell' ibrido 4.°) F_2^i si ottiene il ritorno alla specie S incrociando il maschio dell'ibrido F_1^{sr} con la femmina del suo reciproco F_1^{rs}. Questo risultato, come ognun vede, è anch'esso affatto nuovo e finora impreveduto. *Il ritorno cioè alle specie stipiti si fa alla specie che ha funzionato da maschio nel 1.° incrocio, se l'ibrido di 1.° generazione che si incrocia con l'ibrido suo reci-*

---

(1) Vries (de) H. — Espèces et variétés — Leur naissance par mutation — Paris — F. Alcan — 1909 — p. 168.

proco è un maschio: si fa invece alla *specie che ha funzionato come femmina nel primo incrocio, se l'ibrido di 1.ª generazione, che si incrocia col suo reciproco, è una femmina.*

Facciamo un esempio concreto: l'incrocio: asino ♂ con cavallo ♀ dà il mulo; l'incrocio: cavallo ♂ con asino ♀ dà il bardotto. Ammettendo che questi due ibridi sieno fecondi, cosa che non è, incrociando un mulo ♂ con un bardotto ♀ si dovrebbe ottenere il ritorno alla specie asino; incrociando invece un bardotto ♂ con un mulo ♀ si dovrebbe ottenere il ritorno alla specie cavallo.

Io non so se esistano in proposito risultati sperimentali che confermino o contraddicano questa mia deduzione, ma l'esperimento, almeno da un lato, forse è possibile. Si sa di fatto che il mulo ♂ è infecondo, ma non credo si possa dire altrettanto del mulo ♀. Dato che il bardotto ♂ e che il mulo ♀ sieno fecondi, l'esperimento sarebbe possibile e il prodotto dovrebbe essere un cavallo, per quanto naturalmente impuro, per le ragioni già sopra esposte.

Quanto poi agli ibridi di seconda generazione unilaterali 1.º) F_2^u e 2.º) F_2^u ognuno vede dalla costituzione dei loro germi:

1.º) F_2^u — ♂.$A^{r(s)}$ $D^{s(r)}$ ♀
2.º) F_2^u — ♂ $C^{s(r)}$ $B^{r(s)}$ ♀

che essi devono presentare i caratteri misti delle due specie o per lo meno i caratteri che avevano i loro genitori. *In questi ibridi unilaterali adunque il ritorno alle specie stipiti non è possibile e l'ibrido si mantiene più o meno costante.*

Gli esperimenti che si sono fatti finora sull'ibridismo non possono servire a confermare queste nostre deduzioni, perchè non sono stati condotti con quella precisione che la nostra interpretazione esige. Nella massima parte dei casi l'incrocio è stato di fatto ottenuto in qualsivoglia modo, tenendo conto solamente dei risultati complessivi. Si sono lasciati incrociare gli ibridi unilaterali fra loro e con gli ibridi reciproci e se ne sono ottenuti risultati promiscui, cioè in parte ibridi come i loro genitori (e sono, come noi sappiamo, derivati dall'incrocio degli unilaterali fra loro) e in parte ibridi che ritornavano ad una delle specie originarie (e sono quelli derivati dagli incroci degli ibridi reciproci). Tuttavia il caso già citato dal de Vries e quegli altri che si conoscono delle specie di *Hieracium* ecc. ove si è ottenuta l'autofecondazione degli ibridi (e quindi l'incrocio fra ibridi unilaterali) stanno a dimostrare ad evidenza l'esattezza di questa nostra legge.

Ma, data la nostra interpretazione, è necessario, per verificare le leggi che se ne deducono, procedere negli esperimenti con maggior precisione, tenendo conto, non già dei risultati complessivi, ma di quelli singoli.

Noi abbiamo finora implicitamente supposto che non vi fosse predominanza dei caratteri di nessuna delle due specie. Ma per considerare tutti i casi possibili dobbiamo ora fare questa supposizione e vedere, se si verifica la legge delle proporzioni di Mendel.

Supponiamo dunque che il carattere *r* della specie R sia dominante su quello *s* della specie S. Dati gli ibridi di 2.ª generazione:

1.º) $F_2^{\mathbf{u}} — ♂ A^{\mathbf{r}(s)} D^{\mathbf{s}(r)}$;
2.º) $F_2^{\mathbf{u}} — ♂ C^{\mathbf{s}(r)} B^{\mathbf{r}(s)}$;
3.º) $F_2^{\mathbf{i}} — ♂ A^{\mathbf{r}(s)} B^{\mathbf{r}(s)}$;
4.º) $F_2^{\mathbf{i}} — ♂ C^{\mathbf{s}(r)} D^{\mathbf{s}(r)}$;

ci è facile constatare che: gli ibridi 1.º, 2.º, 3.º presenteranno i caratteri della specie R in prevalenza e uno solo, il 4.º, presenterà invece i caratteri della specie S, sebbene impuri, cioè con una traccia dei caratteri di R; ma noteremo ancora che, dei 3 primi ibridi, il 3º presenterà i caratteri della specie R più spiccati che gli altri due.

Se invece noi supponiamo che R sia recessivo e S dominante, gli ibridi 1.º, 2.º e 4.º presenteranno i caratteri della specie S, ed il 4.º con maggior intensità degli altri due: l'ibrido 3.º invece avrà i caratteri della specie R, sebbene impuri.

Notiamo inoltre che questi due casi opposti possono verificarsi contemporaneamente. Possiamo cioè supporre che in una specie, il carattere sia dominante per esempio nel colore dei fiori e nell' altra il carattere *s* sia dominante nella forma delle foglie. In tal caso la proporzione suddetta si verificherà ugualmente; cioè si osserveranno: 3 : 1 col carattere *r*; 3 : 1 col carattere *s*, e più propriamente: gli ibridi 1.° e 2.° presenteranno in parti uguali i caratteri *r* e *s*, l'ibrido 3.° presenterà solo il carattere *r* o appena accennato quello *s*; l'ibrido 4.° invece presenterà solo il carattere *s* o appena accennato quello *r*.

Come si vede adunque, sì nell'un caso come nell'altro, la proporzione degli ibridi con carattere dominante è di 3 : 1, o, in altre parole, si verifica la ben nota legge di Mendel.

Gioverà tuttavia a questo proposito far alcune considerazioni di capitale importanza.

La legge delle proporzioni di Mendel si dovrebbe verificare, nel caso nostro, solo quando si incrocino fra di loro gli ibridi reciproci e gli ibridi unilaterali, in tutte le combinazioni possibili. Invece, nella realtà dei fatti osservati, essa si verifica anche quando si incrocino i soli ibridi unilaterali. Vi è dunque una differenza fondamentale tra le previsioni dedotte dalla mia interpretazione ed i risultati sperimentali.

Che dobbiamo dedurne? Quale delle due interpretazioni è erronea?

Poichè i fatti sperimentali stanno visibilmente contro la mia interpretazione e in favore di quella di Mendel, parrebbe che non si debba essere titubanti nella risposta. Tuttavia è d'uopo por mente ad alcune considerazioni.

Ciò che c'è di vero nella legge di Mendel si è appunto la proporzione numerica tra i prodotti con carattere dominante e quelli con carattere recessivo. Tutto il resto, cioè la separazione dei caratteri e quindi, la separazione dei cromosomi quale oggidì si intende, è una semplice ipotesi, una supposizione cioè fatta con lo scopo di spiegare la cosa.

Ora in favore di questa ipotesi sta il solo fatto della proporzione numerica, e ancora questa non si verifica che nell'unico caso in cui si tratti di un carattere dominante e di uno recessivo.

Contro all'ipotesi stanno invece due altri fatti che mi paiono di importanza capitale e sono: 1.º) l'impurità dei gameti, oramai constatata in molti casi: 2.º) la conservazione degli ibridi in tutti quegli altri casi in cui l'incrocio ha luogo solamente tra gli ibridi unilaterali e in cui non si abbia un carattere dominante di fronte ad uno recessivo.

Di fatto, se la pretesa separazione semplice dei gameti esistesse realmente, perchè, incrociando gli ibridi unilaterali i prodotti di questi non farebbero per metà ritorno alle specie stipiti? Ciò dovrebbe essere inevitabile, ma ciò invece non si osserva, come ognuno sa. In secondo luogo, perchè il ritorno a queste specie non si farebbe completo? Se quella semplice separazione esistesse, i gameti dovrebbero essere puri ed i prodotti dovrebbero perciò anch'essi essere di razza pura.

Per rispondere a queste obbiezioni si suppone che, solamente nel caso della dominanza di un carattere, esista la separazione dei caratteri nei gameti e non negli altri casi. Tale fenomeno non si verificherebbe dunque che in un caso singolo e non in tutti gli altri più numerosi che si conoscono. La separazione dei caratteri e quindi dei cromosomi sarebbe dunque una eccezione, non una legge. Ora io mi domando se si può ammettere seriamente una simile cosa.

La natura evidentemente non ammette eccezioni. Quando un'eccezione si presenta ad una legge generale, ciò vuol dire, senza alcun dubbio, che questa legge è stata da noi male formulata. Si deve dunque correggere questa, se è possibile, piuttosto che addivenire alla supposizione di una eccezione che la natura farebbe, concetto questo assolutamente contrario ad ogni principio veramente scientifico.

Mi si potrà obbiettare che molte sono le eccezioni che si verificano anche nelle leggi fisiche e chimiche generalmente accolte. Ma anche in questo caso risponderò, senza tema di errare, che queste pretese eccezioni non devono realmente esistere e che non sono altro che una manifestazione della nostra imperfezione nel formulare tale leggi, imperfezione che risulta quasi sempre dall'essere le leggi suddette puramente empiriche, e quindi un semplice riassunto complessivo dei risultati nostri sperimentali e non già, come dovrebbero essere le vere leggi, le conseguenze logiche e razionali di principî fondamentali.

Ora, nel caso nostro, il verificarsi della legge di Mendel, solamente quando si tratti della dominanza di un carattere e non in altre occasioni, ci fa giustamente sorgere il dubbio che, non già alla separazione dei cromosomi sia dovuto questo fatto, ma a qualche altra causa in intima connessione con la dominanza di un carattere, e con gli effetti apparenti che ne possano derivare.

Supponiamo di fatto che nessuno dei caratteri sia dominante, e dall'incrocio degli ibridi unilaterali si ottengano per esempio 100 individui. In questo caso noi sappiamo che trattandosi di ibridi di 2.ª generazione i caratteri loro oscillano verso l'una o l'altra delle specie stipiti più che in quelli di 1.ª generazione. Noi possiamo dunque dividerli in due categorie di 50 individui caduna, fra i quali troveremo individui che si avvicineranno molto alla specie stipite R e altri molto alla specie stipite S ed altri ancora che avranno caratteri intermedî, con tutte le gradazioni possibili dagli uni agli altri.

Chiamando *r* ed *s* questi caratteri noi possiamo schematicamente rappresentare la cosa in questo modo: R — $I^{\mathbf{r}s}$.. ,... I^{rs}....... I^{rs}...... $I^{r\mathbf{s}}$ — S supponendo cioè che, pur essendo questi ibridi teoricamente uguali, il che non può essere, presentino praticamente differenze individuali, e quindi $I^{\mathbf{r}s}$ rappresenti i 25 più vicini alla specie R, $I^{r\mathbf{s}}$ i 25 più vicini all'altra specie stipite S ed i due intermedî I^{rs}, I^{rs}, sieno i 50 intermedî.

Le cose adunque starebbero in questi termini, se i caratteri fossero equipollenti. Ma, se noi supponiamo invece che il carattere R sia dominante, ecco che in tal caso i 50 che erano intermedî passeranno invece nella categoria di quelli più affini alla specie R, e questo per la sola ragione che il carattere *r* soffocherà il carattere *s* e quindi i 50 intermedî, pur essendo sempre tali in realtà, non lo appariranno più a noi nel loro aspetto, e quindi noi conteremo complessivamente $^3/_4$ di ibridi col carattere *r* e $^1/_4$ solo col carattere *s*.

Si tratterebbe, come si vede, non già di un fatto reale come generalmente si crede oggidì, ma di una semplice apparenza ingannevole dovuta a ciò, che la dominanza di un carattere maschera il vero aspetto degli ibridi e li fa convergere verso la specie dominante.

I Biologi potranno vagliare se questa mia spiegazione del fenomeno regga alla critica e dia ragione dei fatti. Intanto noi possiamo dedurre le seguenti leggi, che sono, come si potrà vedere, di una precisione matematica e quindi permettono di essere verificate con la massima esattezza:

2.ª LEGGE. — Se i caratteri della specie sono equivalenti, cioè. se nessuno di essi è dominante, l'incrocio di ibridi della 1.ª generazione unilaterali, cioè derivati nello stesso senso dalle specie stipiti, darà prodotti press'a poco uguali a quelli della 1.ª generazione. Gli ibridi perciò si conservano.

Se poi i caratteri di una delle specie sono dominanti, gli ibridi della 2.ª generazione derivanti da incrocio degli unilaterali presenteranno, sebbene impuri, i caratteri di questa, perciò si manterranno, anche in questo caso, press'a poco uguali a quelli di 1.ª generazione. Anche in questo caso adunque gli ibridi si conservano, mantenendosi quasi costanti.

3.ª LEGGE. — Se si incrociano fra di loro ibridi di 1.ª generazione reciproci, cioè derivati dalle specie stipiti in senso incrociato, si otterranno prodotti che faranno ritorno ad una delle specie stipiti, sebbene non perfettamente puri, ma con lievi traccie dell'altra specie. Gli ibridi, in questo solo caso, non si conservano.

4.ª LEGGE. — Il ritorno alle specie stipiti si fa a quella che nel primo incrocio ha funzionato come maschio, se l'ibrido derivato da questo incrocio che si unisce con l'ibrido suo reciproco è un maschio: si fa invece a quella che ha funzionato come femmina, se l'ibrido che ne è derivato e che si incrocia col suo reciproco è una femmina.

5.ª LEGGE. — Se nessuno dei caratteri delle specie stipiti è dominante, i prodotti di tutti gli incroci possibili degli ibridi di 1.ª generazione saranno per metà intermedii fra le due specie: dell'altra metà, un quarto avrà fatto ritorno ad una e l'altro quarto all'altra delle specie stipiti.

6.ª LEGGE. — Se i caratteri di una delle specie sono dominanti, i prodotti di tutti gli incroci possibili degli ibridi di 1.ª generazione saranno per 3/4 somiglianti alla specie a carattere dominante e per 1/4 invece alla specie a carattere recessivo. Si verifica dunque la legge di Mendel. Ma 1/4 dei primi 3/4 presenterà i caratteri della specie dominante con maggiore intensità degli altri 2/4 e quelli che avranno fatto ritorno alla specie stipite a carattere recessivo non saranno puri, ma presenteranno traccie dei caratteri dominanti dell'altra specie.

Ibridi della 3.ª generazione

Abbiamo visto che degli ibridi della seconda generazione metà fanno ritorno alle specie stipiti, e sono i prodotti degli incroci di ibridi reciproci, e metà invece si conservano. Sarà dunque inutile occuparci ancora dei primi e considereremo quindi solamente i secondi, cioè gli unilaterali:

1.º) F_2^{u} — ♂ $A^{r(s)}$ $D^{s(r)}$ ♀
2.º) F_2^{u} — ♂ $C^{s(r)}$ $B^{r(s)}$ ♀

Ognuno di questi potrà, nel modo che abbiamo descritto e sempre mediante l'addizione biomolecolare, produrre gameti maschili e gameti femminili. I gameti maschili del 1.º) F_2^{u} avranno dunque questa costituzione ♂ $A^{r(s)(s)}$ e quelli femminili ♀ $D^{s(r)(r)}$; e così quelli maschili di 2.º) F_2^{u} saranno ♂ $C^{s(r)(r)}$ e quelli femminili ♀ $B^{r(s)(s)}$ e quindi, se vogliamo esprimerci con maggiore semplicità, trascurando quella traccia dei caratteri dell'altra specie che nell'addizione biomolecolare si trasmette loro, li possiamo rappresentare con: ♂ $A^{r(s)}$; ♀ $D^{s(r)}$; ♂ $C^{s(r)}$; ♀ $B^{r(s)}$.

Il che possiamo schematicamente rappresentare nel modo seguente:

	1.º) F_2^u	2.º) F_2^u
Germe:	♂ $A^{r(s)}$ $D^{s(r)}$ ♀	♂ $C^{s(r)}$ $B^{r(s)}$. ♀
Ibrido di 2.ª gener.:	♂ / \ ♀	♂ / \ ♀
Gameti:	♂ $A^{r(s)}$ — ♀ $D^{s(r)}$	♂ $C^{s(r)}$ — ♀ $B^{r(s)}$

Come si vede, ci troviamo nel caso analogo a quello degli ibridi di 2.ª generazione, per cui è evidente che si arrivi alle stesse conclusioni.

Di fatto, se i gameti dell'ibrido unilaterale 1.º si uniscono fra di loro si avrà un germe ♂ $A^{r(s)}$ $D^{s(r)}$ ♀; così, se si uniscono fra loro i gameti dell'altro ibrido unilaterale 2.º si avrà un germe ♂ $C^{s(r)}$ $B^{r(s)}$ ♀ e quindi si otterranno due ibridi di 3.ª generazione che poco più, poco meno, saranno simili a quelli unilaterali della 2.ª generazione; se invece si uniscono insieme i gameti dei due ibridi unilaterali che, anche in questo caso, sono, l'uno per rispetto all'altro, reciproci, si otterranno i due germi: ♂ $A^{r(s)}$ $B^{r(s)}$ ♀; ♂ $C^{s(r)}$ $D^{s(r)}$ ♀, cioè in questo caso gli ibridi della 3.ª generazione faranno ritorno alle specie stipiti.

Risulta pure chiaro d'altra parte che, se volessimo considerare anche gli ibridi della 4.ª, della 5.ª, ... della n^{ma} generazione, i risultati sarebbero sempre gli stessi, come pure è chiaro che, ammesso che uno dei caratteri delle specie stipiti sia dominante, la legge delle proporzioni di Mendel si verificherà anche in tutte queste generazioni.

Noi possiamo perciò, generalizzando, stabilire le seguenti:

7.ª LEGGE. — Qualunque sia la generazione degli ibridi che si voglia considerare, si verificherà sempre questo fatto: se gli ibridi unilaterali si incrociano fra di loro, gli ibridi che ne deriveranno si conserveranno, oscillando più o meno tra le due specie stipiti; se invece gli ibridi unilaterali si incrociano con gli altri unilaterali loro reciproci, i loro prodotti faranno ritorno ad una delle specie stipiti, seguendo le norme stabilite dalla legge 4.ª.

8.ª LEGGE. – In qualsiasi generazione di ibridi, se questi sono tutti fecondi, gli incroci, secondo ogni combinazione possibile, daranno sempre come risultato che metà dei prodotti faranno ritorno ad una delle due specie stipiti e l'altra metà si conserveranno come ibridi, con variazioni dei loro caratteri più o meno oscillanti.

9.ª LEGGE. — La legge 6.ª degli ibridi della 2.ª generazione si verifica anche per quelli delle generazioni successive, se esistono le condizioni che abbiamo supposto necessarie in tale caso.

⁂

Tutte le deduzioni che abbiamo finora esposte possono essere semplicemente riassunte nello schema seguente, che avrà il vantaggio di presentarci in un colpo d'occhio e il modo di interpretare le cose ed i risultati che ne derivano.

Specie:	R	S
Caratteri somatici:	r	s
Gameti maschili:	♂ A^{r}	♂ C^{s}
Gameti femminili:	♀ B^{r}	♀ D^{s}
Germi degli ibridi:	♂ A^{r} D^{s}	♂ C^{s} B^{r}
Ibridi di 1a generazione:	F_1^{rs}	F_1^{sr}
Gameti di 1.a generazione:	♂ $A^{r(s)}$ - ♀ $D^{s(r)}$	♂ $C^{s(r)}$ - ♀

	Ibridi unilaterali		Ibridi reciproci	
Germi di 2.a generazione:	♂ $A^{r(s)}$ $D^{s(r)}$ ♀	♂ $C^{s(r)}$ $B^{r(s)}$ ♀	♂ $A^{r(s)}$ $B^{r(s)}$ ♀	♂ $C^{s(r)}$
Ibridi di 2.a generazione:	1°) F_2^{u}	2°) F_2^{u}	3°) F_2^{i} Ritorno alla specie R	4°) F_2^{i} Ritorno alla specie S
Gameti di 2.a generazione:	♂ $A^{r(s)}$ - ♀ $D^{s(r)}$	♂ $C^{s(r)}$ - ♀ $B^{r(s)}$		

	Ibridi unilaterali		Ibridi unilaterali reci	
Germi di 3.a generazione:	♂ $A^{r(s)}$ $D^{s(r)}$ ♀	♂ $C^{s(r)}$ $B^{r(s)}$	♂ $A^{r(s)}$ $B^{r(s)}$ ♀	♂ $C^{s(r)}$
Ibridi di 3.a generazione:			Ritorno alla specie R	Ritorno alla specie S
Gameti di 3.a generazione:	♂ $A^{r(s)}$ - ♀ $D^{s(r)}$	♂ $C^{s(r)}$ - ♀ $B^{r(s)}$		

Ibridismo unilaterale

Abbiamo, nelle precedenti considerazioni, supposto il caso più completo che si possa immaginare. Ci rimangono ora a considerare altri casi in cui manchino alcune delle condizioni finora supposte.

Supponiamo, per esempio, che l'incrocio fra le due specie stipiti non sia reciproco, cioè che sia possibile l'incrocio tra il maschio dell'uno e la femmina dell' altro, ma che non possa aver luogo l' incrocio reciproco, o, per lo meno, il che per noi torna lo stesso, che, se anche qeusto secondo incrocio è possibile, non dia un prodotto facendo. Noi otterremo allora un ibrido unilaterale e mancherà il suo reciproco corrispondente. Le conseguenze sono in tal caso ben evidenti.

Siccome il ritorno alle specie stipite non ha luogo, se non quando gli ibridi reciproci si incrociano, mancando in questo caso il reciproco, il ritorno alla specie non sarà possibile. L'ibrido ottenuto si conserverà dunque nelle generazioni successive con oscillazioni verso l'una o l'altra delle specie stipiti.

Casi simili, che confermano pienamente la nostra deduzione e che sono invece inesplicabili con la pretesa separazione dei caratteri dei gameti, ci sono dati dai già citati ibridi unilaterali ottenuti da de Vries tra *Oenothera biennis* ♂ e *Oe. muricata* ♀ e da altri ibridi unilaterali ottenuti in modo analogo.

In questo caso lo schema precedente si riduce al seguente:

Specie:	R	S
Caratteri somatici:	r	s
Gameti maschili:	♂ A^r	♂ C^s
Gameti femminili:	♀ B^r	♀ D^s
Germe dell'ibrido:	♂ A^r D^s	
Ibrido di 1.ª generaz.:	♂ ♀	
Gameti di 1.ª generaz.:	♂ $A^{r(s)}$ ♀ $D^{s(r)}$	
Germi degli ibridi:	♂ $A^{r(s)}$ $D^{s(r)}$	

Dal che possiamo dedurre la seguente:

10.ª LEGGE. — Se tra due specie stipiti non si ottengono che ibridi unilaterali fecondi, gli ibridi incrociandosi si manterranno più o meno costanti e non sarà possibile il ritorno a nessuna delle specie stipiti.

Ibridismo reciproco incompleto

Facciamo ora la supposizione che dalle due specie si ottengano bensì ibridi reciproci, ma che l'uno non dia che maschi fecondi e l'altro non dia che femmine feconde.

È evidente che in tal caso l'incrocio non si potrà fare che tra gli ibridi reciproci e quindi si otterrà il ritorno inevitabile ad una delle specie stipiti, seguendo le norme stabilite nella legge 4.ª.

Il che può rappresentarsi nello schema seguente:

Specie:	R	S
Caratteri somatici:	r	s
Gameti maschili:	♂ A^r	♂ C^s
Gameti femminili:	♀ B^r	♀ D^s
Germe degli ibridi:	♂ A^r D^s ♀	♂ C^s B^r
Ibrido di 1.ª generaz.:	♂ /	\ ♀
Gameti di 1.ª generaz.:	♂ $A^{r(s)}$	$B^{r(s)}$ ♀
Ibridi di 2.ª generaz.:	♂ $A^{r(s)}$ $B^{r(s)}$ ♀	

11.ª LEGGE. — Se gli ibridi reciproci di due specie non sono fecondi che gli uni nel senso maschile e gli altri nel senso femminile, il loro incrocio produrrà inevitabilmente il ritorno ad una delle specie stipiti, secondo le norme della legge 4.ª e, ben inteso, con prodotti non perfettamente puri.

Appartiene io credo a questa categoria il già citato caso di ibridismo delle Drosere, studiato da Rosenberg. Di fatto, se *Drosera rotundifolia* ha 10 cromosomi nei suoi gameti e *D. longifolia* ne ha 20, i germi che deriveranno dall'incrocio reciproco di queste due specie avranno l' uno ♂ 10+20 ♀ e l'altro ♂ 20+10 ♀, a seconda che sarà il gamete maschile di *D. rotundifolia* che si unirà al gamete femminile di *D. longifolia* o viceversa. È evidente allora che nel primo ibrido i 10 cromosomi maschili di *D. rotundifolia* che hanno i loro corrispondenti, con cui è possibile l'addizione biomolecolare, potranno rigenerarsi, ma ciò non sarà invece possibile per i 20 cromosomi femminili, perchè 10 di questi sono senza loro corrispondenti e quindi non possono dar luogo all'addizione biomolecolare, indispensabile per la loro rigenerazione. Questo ibrido dunque non sarà fecondo che nel senso maschile. Nel secondo ibrido invece i 10 cromosomi femminili potranno rigenerarsi, ma non i 20 maschili. Quindi questo ibrido non sarà fecondo che nel senso femminile, e produrrà gameti con 10 cromosomi. È evidente allora che l'incrocio di questi ibridi, i cui gameti maschili e femminili hanno 10 soli cromosomi caratteristici di *D. rotundifolia,* produrrà il ritorno a questa specie.

Non risulta però dal lavoro del Rosenberg, se questo incrocio con relativo risultato ora previsto sia stato osservato.

Incroci tra gli ibridi e le specie stipiti

La nostra interpretazione della formazione dei gameti e lo schema generale presentato nelle pagine precedenti ci permettono anche di prevedere quali risultati si otterranno dall'incrocio degli ibridi con una o l'altra delle specie stipiti.

Se un gamete maschile dell'ibrido di prima generazione F_1^{rs} cioè: ♂ $A^{r(s)}$ si unisce col gamete femminile delle specie R, cioè con ♀ B^r si otterrà un germe: ♂ $A^{r(s)}$ B^r ♀ e quindi l'ibrido ritornerà alla specie R, sebbene impuro; se invece lo stesso gamete ♂ $A^{r(s)}$ si unisce col gamete femminile della specie S, si otterrà il germe ♂ $A^{r(s)}$ D^s ♀ cioè un ibrido press' a poco uguale a quello che si otterrebbe coll'incrocio degli ibridi unilaterali di prima generazione, ma con maggior tendenza verso la specie S.

In modo analogo e per le stesse ragioni è evidente che, se l'incrocio avviene tra i gameti femminili dello stesso ibrido e le specie stipiti e così pure tra quelli dell'ibrido reciproco e delle specie stipiti si possono ottenere le seguenti combinazioni :

1.º) ♂ $A^{r(s)}$ B^{r} ♀ — 2.º) ♂ $C^{s(r)}$ D^{s} ♀
3.º) ♂ A^{r} $B^{r(s)}$ ♀ — 4.º) ♂ C^{s} $D^{s(r)}$ ♀
5.º) ♂ $A^{r(s)}$ D^{s} ♀ — 6.º) ♂ $C^{s(r)}$ B^{r} ♀
7.º) ♂ A^{r} $D^{s(r)}$ ♀ — 8.º) ♂ C^{s} $B^{r(s)}$ ♀

Nei primi quattro casi, come si vede chiaramente, si avrebbe il ritorno alle specie stipiti, negli altri quattro invece la conservazione dell'ibrido, con caratteri tendenti verso la specie con cui è avvenuto l'incrocio, più di quanto si verificherebbe nell'incrocio di ibridi unilaterali.

Se poi noi vogliamo osservare in quale caso questi prodotti si conservano come ibridi, in quale altro ritornano alle specie e, quando questo avviene, a quale specie stipite si fa ritorno, ci è facile vedere che :

12.ª LEGGE. — Se si incrocia un ibrido maschio con la specie stipite che nella sua produzione ha funzionato come femmina, oppure un ibrido femmina con la specie che nella sua produzione ha funzionato come maschio, l'ibridismo si conserva; se invece si incrocia un ibrido maschio, con la specie che nella sua produzione ha funzionato come maschio, oppure, reciprocamente, un ibrido femmina con la specie che nella sua produzione ha funzionato come femmina, si ha il ritorno ad una delle specie stipiti.

13.ª LEGGE. — Il ritorno alle specie stipiti si fa a quella che ha funzionato come maschio nella produzione degli ibridi, se i maschi di questi ibridi si incrociano con le femmine di questa specie ; oppure si fa a quella che ha funzionato come femmina, se le femmine degli ibridi si incrociano coi maschi di questa specie.

E, come corollari di queste leggi e dei casi precedentemente studiati, possiamo dedurre queste altre, di cui ognuno può facilmente darsi ragione.

14.ª LEGGE. — Quando tra due specie l'incrocio reciproco non sia possibile o non dia ibridi fecondi, se i gameti maschili

degli ibridi ottenuti si uniranno ai gameti femminili della specie che ha funzionato come maschio nella loro produzione si avrà il ritorno dei prodotti a questa specie stipite, e, se si uniranno ai gameti femminili della specie che ha funzionato come femmina, l'ibrido si conserverà; se invece i gameti femminili dell'ibrido si uniranno a quelli maschili della specie che ha funzionato come femmina nella sua produzione, avrà luogo il ritorno a questa specie stipite e si conserverà per contro l'ibrido, se questi gameti femminili si uniranno a quelli maschili della specie che funzionò come maschio nella sua produzione.

15.ª LEGGE. — Se gli ibridi reciproci di due specie non sono fecondi che in un senso, l'incrocio dei loro gameti con quelli delle specie stipiti seguirà le norme stabilite dalla legge 12.ª.

Rientra, io credo, nella categoria degli ibridi considerati in quest'ultima legge l'ibridismo di *Aegylops speltaeformis*.

L'ibrido di *Triticum vulgare* e di *Aegylops ovata* è conosciuto con il nome di *Aegylops triticoides,* ma non mi risulta, se, nella sua produzione, *Triticum vulgare* funziona come maschio o come femmina. Ora l'ibrido *Aegylops triticoides* non è fecondo che nel senso femminile e fecondato dai granuli pollinici di una delle specie stipiti, cioè di *Triticum vulgare,* dà un ibrido, *Aegylops speltaeformis* che si conserva perchè è fecondo e perchè, mancando del suo reciproco, non è possibile, come dimostrammo, il ritorno alla specie stipite. Stando alla nostra interpretazione noi possiamo concludere che, nella produzione degli ibridi *Aegylops triticoides,* la specie, *Triticum vulgare,* ha funzionato come maschio, oppure, per meglio dire, che degli ibridi *Aegylops triticoides* quelli che, fecondati dal polline di *Triticum vulgare,* dànno *Aegylops speltaeformis* sono derivati dagli incroci nei quali *Triticum vulgare* ha funzionato come maschio.

⁂

Io credo di avere in questa breve nota considerato tutti i casi possibili di ibridismo e espresso chiaramente e con precisione rigorosa le leggi razionali che li governano, secondo i principî con i quali io interpreto la riproduzione la fecondazione e la formazione dei gameti. Se altri casi potranno per avventura presentarsi in natura, non sarà difficile a qualsiasi Biologo determinare preventivamente quali risultati dovranno scaturirne, servendosi di questi princìpî e degli schemi che accompagnano questo mio lavoro.

Gli esperimenti diranno poi se, e fino a qual punto, i risultati reali coincideranno con quelli teorici da noi preveduti.

Cagliari, ottobre 1908.

INDICE DEL FASCICOLO

N. 4. — Giglio-Tos E. e Granata L. - I mitocondrii nelle cellule seminali maschili di « Pamphagus marmoratus » Burm.

N. 5. — Capua-Giuffrè A. - Contributo alla conoscenza della spermatogenesi della Phyllirhoë bucephala.

N. 6. — Casu A. - Osservazioni bio-chimiche sulla Salsola tragus L.

N. 7. — Mara E. - Sulla cloaca e ghiandole annesse del maschio di Euproctus Rusconii (Genè).

N. 8. — D'Amico A. - Contributo alla conoscenza morfologica ed istologica della cloaca e del receptaculum seminis di Euproctus Rusconii (Genè).

N. 9. — Pes O. - Ricerche embriologiche ed istologiche sulla fina anatomia della sclerotica.

N. 10. — Giglio-Tos E. - L'eredità e le leggi razionali dell'ibridismo.

" *Biologica* "

si pubblica ogni trimestre in fascicoli di 150 pagine circa. 4 fascicoli formeranno un volume di approssimativamente 40 fogli di stampa in 8°, corredato di tavole, con figure intercalate nel testo e munito di un indice.

L'abbonamento è fissato per ogni volume al prezzo di L. 16 per l'Italia e di L. 18 per l'Unione postale ed è pagabile anticipatamente.

Gli abbonamenti si ricevono presso l' Editore **Carlo Clausen (Hans Rinck Succ.)** in **Torino,** via Po, n. 11, e presso i principali Librai d'Italia e dell'Estero.

Per quanto concerne l'Amministrazione, rivolgersi esclusivamente all'Editore stesso. Indirizzare invece lettere, manoscritti, libri, giornali e tutto ciò che riflette la Direzione del giornale, al Sig. Dott. Prof. **Ermanno Giglio-Tos** presso la **R. Università di Cagliari.**

27,906

"Biologica,,

Raccolta di Scritti di Biologia

diretta dal

Dott. Prof. ERMANNO GIGLIO-TOS

della R. Università di Cagliari

Vol. II - Fasc. 4

(Con 3 tavole)

TORINO
CARLO CLAUSEN (HANS RINCK Succ.)
Libraio delle LL. MM. il Re e la Regina

1909.

« *Biologica* » Vol. II — N. 11

Istituto di Zoologia e di Anatomia e Fisiologia comparate della R. Università di Cagliari
diretto dal Prof. Ermanno Giglio-Tos

Dott. **Guido CUSMANO**

SUL GRASSO DELL'ARTEMIA SALINA (Linn.) DI CAGLIARI

L'*Artemia salina* (Linn.) delle saline di S. Bartolomeo, prossime alla città di Cagliari, osservata al microscopio, presenta nel corpo esile, trasparentissimo, numerose goccioline gialle o arancione, assai rifrangenti, le quali posseggono una localizzazione costante. Si scorgono o riunite in gruppetti alla base e lungo il primo tratto delle due prime paia di antenne, intorno all' occhio mediano, aderenti ai fascetti muscolari dei primi articoli dei piedi, specie anteriori; o in catene, che circondano il tubo intestinale, a intervalli regolari corrispondenti agli anelli del torace. Nell'addome non se ne vede e così pure nella corrente sanguigna.

Non sempre, però, le Artemie mostrano le suddette goccioline. Osservando moltissimi di questi animali, pescati in aprile, si potè notare che taluni ne erano privi, altri, invece, ricchi. E, precisando, esse apparivano sempre, più o meno numerose, più o meno voluminose, negli individui giovani d'ambo i sessi e raramente negli adulti, come nelle femmine cariche d'uova e d'embrioni.

Tuttavia, coll'avanzare della stagione estiva e il relativo concentrarsi delle acque dei bacini delle saline la comparsa delle goccioline diviene generale. È notevole, allora, il fatto che esse assumono un colore assai intenso, conferendo alle Artemie una tinta rosso-ferrugginoso.

Quindi, nessuna meraviglia, se si pensa che quei minuti crostacei nuotano a miriadi sotto il pelo dell'acqua, che il Payen (5) incaricato dall'Accademia di Francia di studiare il fenomeno della colorazione rossa delle acque delle saline, ne attribuisse, senz'altro, la causa alle Artemie.

In seguito Dunal (2) ascriveva il colore alla presenza di alghe microscopiche — *Hematococcus* e *Pleurococcus salinus;* — e di tale parere fu anche Joly (3) il quale dimostrò trattarsi di un solo microrganismo, che chiamò *Monas Dunalii.* Anzi, avendo osservato come le Artemie sovente ne avessero pieno l'intestino, volle fare risalire ad esso anche il colore di queste.

Ma tale asserzione di Joly non è esatta. Per le saline di Cagliari, dove la *Monas Dunalii* o *Dunaliella salina* (Dunal Teodoresco) fu identificata dalla Hamburger (4), la quale l'aveva ricevuta in comunicazione dal prof. Giglio-Tos, si è osservato che, se talora le Artemie hanno nel contenuto intestinale il microrganismo, molte volte non ne hanno affatto, pure essendo intensamente rosse. Di più, i *nauplius* d'Artemia, i quali nei primi momenti della loro vita libera non introducono materiali dall'esterno, sono sempre ricchi delle goccioline colorate.

Si può aggiungere, infine, che la sostanza colorante della *Dunaliella salina,* con tutta probabilità una *Carotina* (1), si discioglie nel solfuro di carbonio con un colore rosso-carminio, che sparisce per esposizione alla luce. Le goccioline sparse nel corpo delle Artemie, che non contengono *Dunaliella,* sciolte allo stesso modo danno una soluzione d'un colore diverso e stabile.

Ho potuto verificare, come espongo in seguito, che tali goccioline, in cui per l'aspetto e la proprietà di ridurre rapidamente il perossido d'osmio (acido osmico della microscopia) si era sospettata la presenza di un grasso, sono infatti composte di un miscuglio di gliceridi, che scioglie una sostanza gialla con proprietà fortemente coloranti. Di essa non posso dire altro, a causa dell'esigua quantità, nella quale la ho potuta isolare, che è diversa per il comportamento chimico dai comuni lipocromi che variamente colorano i grassi animali.

⁂

Le Artemie da cui estrassi il grasso provenivano dai bacini e dai canali delle saline di S. Bartolomeo (Cagliari) dov'erano state pescate nell'aprile.

Accuratamente liberate da organismi e detriti diversi e poi dalla maggior parte dell'acqua per svaporamento a bagno maria, formavano circa 900 grammi di materiale. Questo fu triturato insieme con sabbia silicea ed esaurito prima con etere, poi con alcool. La sostanza asportata dall'alcool, scacciato questo, fu estratta con etere. Le soluzioni eteree, ricavate da questa e dall'altra estrazione, furono riunite assieme e lavate con acqua. Distillato, allora, il solvente si ebbe un residuo liquido, costituito dal grasso d'Artemia, che fatto chiarificare mediante riposo a 60° e poi filtrato per carta ben secca, pesava grammi 35. Era un olio poco scorrevole, giallo rossastro, d'odore disgustoso, che non solidificava alla temperatara di —20°.

Grammi 21,5 di questo grasso furono saponificati. Allo scopo di potere ricavare il più completamento possibile gli alcooli solidi in esso eventualmente presenti seguii il processo consigliato da Ritter (6).

Si trattò a freddo la soluzione eterea del grasso con una soluzione di metilato sodico (ottenuta sciogliendo gr. 5 di sodio in c. c. 120 di alcool metilico assoluto). Dopo qualche ora si distillò l'etere, si aggiunsero gr. 75 di sale di cucina e poi tant'acqua da mandare il tutto in soluzione. Questa fu svaporata a bagno maria in una capsula e il residuo lungamente seccato sino a che fu possibile polverizzarlo. I prodotti della saponificazione formarono, così, un materiale poroso che potè, facilmente, venir estratto con etere in un Soxhelet, allo scopo di separare i saponi dai materiali insolubili negli alcali.

L'estratto etereo, contenente appunto questi ultimi, fu usato per la ricerca degli alcooli.

Glicerina. — Una goccia di esso fu riscaldata con un cristallo di bisolfato potassico. Si svilupparono vapori acri che tinsero in azzurro una soluzione di nitro-prussiato sodico e piperidina, rivelandosi per acroleina. Il grasso, quindi, conteneva glicerina.

Colesterina. — Il rimanente estratto etereo (cui era stata sottratta la precedente piccolissima quantità) fu sciolto in poco alcool. La soluzione si addizionò con un gran volume d'acqua: si andò, così, separando una sostanza in fogliolline bianche lucenti, che raccolta su filtro tarato e seccata a $C_{27} H_{5} O H$ 100° pesava gr. 0,7. Essa fu riconosciuta per colesterina mediante la forma cristallina (tavolette rombiche madreperlacee), il punto di fusione (145°) e qualche reazione cromatica.

Acidi grassi. — Il miscuglio dei saponi e di cloruro di sodio, residuo dell'estrazione con etere, fu sciolto nelle acque madri della colesterina (per non perdere le piccole quantità di saponi in esse contenute). La soluzione fu trattata con acido solforico diluito e poi tenuta per qualche tempo su bagno maria bollente. Così si raccolsero alla superficie in uno strato omogeneo gli acidi grassi. Allora si raffreddò e quando questi si rappresero in una crosta semisolida, si decantò la soluzione sottostante (ch'era fortemente colorata in giallo-rossastro); indi si aggiunse di nuovo acqua calda e si ripeterono le operazioni precedenti. Si lavò, cioè, lo strato oleoso fino a tanto che l'acqua non dette reazione acida, poi si seccarono gli acidi grassi, facendovi passare a traverso una corrente di anidride carbonica, mentre si riscaldavano in un matraccio a bagno maria. Compiuto l'essiccamento si trovò ch'essi pesavano gr. 22,95. Formavano un liquido, di color rosso-bruno, odore disgustoso, abbastanza scorrevole a 30°-35°, ma che già verso 25° separava della sostanza solida.

Ossiacidi. — Il liquido suddetto non si sciolse totalmente in etere di petrolio (a punto d'ebollizione inferiore a 80°). Ma, trattato con tale solvente lasciò un residuo solido, giallo-bruno, di gr. 1,52. Questo residuo dava negli alcali idrati o carbonati una soluzione fortemente colorata in rossastro, che dibattuta faceva schiuma. Poco solubile in alcool etere acetico, quasi affatto in etere etilico, non si potè separare da essa alcunchè di cristallizzato. Probabilmente si trattava d'un miscuglio complesso di prodotti d'ossidazione degli acidi grassi e di una sostanza colorante.

Acidi volatili. — Per decidere se nel grasso d'Artemia fossero presenti acidi volatili solubili in acqua, non poteva servire la soluzione fortemente colorata da cui erano stati separati gli acidi insolubili fissi, perchè contenente acido cloridico. Per questo motivo fu saponificato ancora un poco di grasso mediante riscaldamento con potassa al 50 %, e sciolto, poi, il sapone nell'acqua, si separarono nel modo su descritto, aggiungendo acido solforico, gli acidi insolubili, indi si distillò la soluzione acquosa; ma il distillato era neutro.

Acidi liquidi. — La composizione del miscuglio degli acidi fissi, dopo separati gli ossiacidi, fu studiata come segue.

Anzitutto si separarono gli acidi liquidi dai solidi, approfittando della solubilità in etere dei sali di piombo dei primi. A tal uopo gr. 17,28 di acidi furono disciolti in potassa e il sapone venne fatto colare in filo sottile in una soluzione bollente di acetato neutro di piombo. Precipitarono i saponi piombici i quali, dopo raffreddamento e decantata la soluzione, furono lavati ripetutamente con acqua e poi fatti asciugare. Si estrasse con etere, a caldo, il sapone degli acidi liquidi.

La soluzione eterea, separata dopo chiarificazione alla temperatura di circa 5°, fu sbattuta con acido clorido diluito per liberare gli acidi organici, e lavata con acqua. Infine si distillò l'etere e si disseccò il residuo, costituito dagli acidi grassi liquidi, riscaldandolo a bagno maria e facendolo attraversare da una corrente d'anidride carbonica. Esso pesava 14,8 ed era un liquido mobile, rosso-giallastro, che a −20°, non solidificava.

Una piccola quantità fu trattata a freddo, in soluzione alcalina, con permanganato di potassio, che si ridusse istantaneamente. Separato il biossido di manganese, per filtrazione, si concentrò la soluzione, vi si aggiunse acido solforico diluito, indi si estrassero con etere i prodotti dell'ossidazione. L'estratto fu cristallizzato dall'alcool e acqua: e si ebbero cristalli prismatici, appiattiti, punto di fusione 106°, riconoscibili per acido azelaico $C_9 H_{16} O_4$; anche per ossidazione con acido osmico si ebbe lo stesso prodotto.

Distillato alla pressione di 40 mm. l'acido liquido passò in gran parte tra 250°-260° e la frazione raccolta era incolora e solidificò intorno a −12°.

Per quanto questi dati corrispondano alle proprietà chimiche e fisiche dell'acido oleico $C_{18} H_{34} O_2$, tuttavia la presenza di esso nel grasso d'Artemia resta dubbia perchè non riuscii a trasformare il liquido descritto in acido elaidinico.

Acidi solidi. — Il sapone di piombo degli acidi solidi, rimasto insolubile nell'etere, venne anch'esso decomposto con acido cloridico diluito in presenza d'etere, che asportò gli acidi organici così liberati. La soluzione eterea, lavata, fu distillata a b. m.: il residuo, seccato a 100°, pesava gr. 3.30. Solido, bianco-giallastro si scioglieva totalmente a 0° in alcool a 94°, saturato alla stessa temperatura con acido stearico: ciò che provava l'assenza di questo (Hehner e Mitchel). Frazionato accuratamente mediante cristallizzazione dall'alcool e alcool e acqua, non si ebbe che un'unica sostanza. Essa fu riconosciuta per acido palmitico $C_{16} H_{34} O_2$, dal punto di fusione (61°-62°) e dal modo di cristallizzare (in iscaglie).

Riassumendo, il grasso dell'*Artemia salina* è un liquido poco scorrevole, fortemente colorato, d'odore ingrato, che non solidifica a —20°. Esso contiene 70 $^0/_0$ circa di acidi insolubili fissi (numero di Hehner), di cui il 56.7 $^0/_0$ liquidi (acido oleico ?) e 13,3 $^0/_0$ solidi (acido palmitico); 1,50 $^0/_0$ di colesterina: 5 $^0/_0$ di ossiacidi e materia colorante; il rimanente di sostanze solubili (glicerina, coloranti, ecc.). Il numero di Hehner è assai basso e non trova riscontro, fra i grassi d'animali marini, che nell'olio del capo e delle mandibole del delfino. Corrispondentemente, il grasso dell'Artemia non assorbe che il 99,6 $^0/_0$ di iodio.

L'Artemia è, per quanto sappia, l'unico crostaceo di cui sia stato studiato il grasso, per cui manca la possibilità di fare confronti in quest'ordine. Si potrebbe aggiungere che esso rassomiglia, qualitativamente, più ai grassi d'animali marini in genere, che a quelli degli artropodi, se pure sian leciti confronti, poichè non è precisato se la composizione dei grassi sia in rapporto con il grado d'evoluzione degli organismi, oppure con l'ambiente in cui si svolge la loro vita

Cagliari, settembre 1908.

BIBLIOGRAFIA

1. Blanchard — Note preliminaire sur Monas Dunalii, flagellé qui cause la rubefaction des marais salants. *Bull. de la Soc. Zool. de France.* XIII, 1891, p. 153.
2. Dunal — Extrait d'une memoire sur les algues qui colorent en rouge certaines eaux des marais salants méditerranéens. *Ann. Sc. Nat.* II sér., t. 9, Bot., 1831.
3. Joly — Histoire d'un petit crustacé (Artemia salina Leach) auquel on a faussement attribué la coloration en rouge des marais salants méditerranéen. 1840.
4. Hamburger — Zur Kenntniss der Dunaliella salina und einer Amöbe aus Salinenwasser von Cagliari. *Arch. fur Protistenkunde* 6 Bd. 1905,
5. Payen — Note sur des anîmaux qui colorent en rouge les marais salants. *Ann. Sc. Nat. Zool.* II sér., 6 t., 1836, p. 129-226.
6. Ritter — Ueber die Metoden die zur Abscheidung der Cholesterine aus den Fetten und zu ihrer quantitativen Bestimmung verwendbar sind. Zeitz. fur. Physiol. Ch. 1902.

« Biologica » Vol II — N. 12

Istituto di Anatomia normale veterinaria e di Istologia della R. Università di Pisa
diretto dal Prof. U. Barpi

Dott. Giuseppe **TRINCHIERI**

Ricerche intorno alla distribuzione dell'elemento muscolare nell'esofago del cane

L'esofago al pari di tutti gli altri organi è stato oggetto di lunghe ed accurate indagini da parte di numerosi istologi e fra i varii tessuti di cui è composto e che furono accuratamente studiati, non ultimo certo è stato l'elemento muscolare. Però molte sono le opinioni emesse e tra loro bene spesso non poco disparate. È per questo motivo che dietro suggerimento del Prof. U. Barpi, il quale mi fu valido di appoggio e di aiuto e mi permise di eseguire in proposito ricerche anatomiche ed istologiche nel suo Istituto, ho intrapreso uno studio per quanto mi fu possibile accurato intorno all'esofago del cane, ricerche di cui dò conto in questa memoria.

Si comprende di leggieri come non mi sia stato possibile occuparmi esclusivamente dell'elemento muscolare: sarebbe riescito un lavoro monco, incompleto, senza dare una idea della disposizione degli altri tessuti in rapporto a quello muscolare. Quindi in questo studio faremo un esame istologico di tutte le parti componenti l'esofago, arrestando vieppiù la nostra attenzione sulla disposizione dell'elemento muscolare. Metteremo in rapporto le nostre osservazioni con quelle dei ricercatori che si sono occupati di questo argomento.

Non ci fermiamo a trattare del modo con cui abbiamo proceduto per l'esame istologico dell'esofago. Abbiamo seguito il metodo suggeritoci dal nostro maestro e che è stato pubblicato insieme ad una memoria dell'istesso maestro intorno alla « distribuzione dell'elemento muscolare e precisamente della *muscularis mucosae* nello stomaco dei bovini » metodo che ci ha dato ottimi risultati.

⁂

Esaminiamo l'esofago del cane prima macroscopicamente per passare poi alla sua descrizione istologica.

Se andiamo consultando i varii autori su quanto riguarda l'anatomia dell'esofago del cane si vede che le opinioni sono discordi. Così, ad es., nel *Traité d'Anatomie comparée des animaux domestiques* di Chauveau, Arloing e Lesbre a pag. 608 del primo volume si legge: « In tutti gli animali domestici all'infuori dei solipedi, lo strato carnoso dell'esofago è rosso in tutta la sua estensione ed offre dovunque l'istesso grado di spessore e l'istessa flaccidità: anche il lume del condotto è tanto ugualmente aperto verso l'estremità stomacale quanto verso l'estremità faringea. »

Lo Strangeway (1) dice soltanto che l'esofago del cane è molto dilatabile e che presenta un'apertura ad infundibolo nel suo punto di unione con lo stomaco.

Molti autori che abbiamo consultato dicono presso a poco le istesse cose dei già citati o non ne trattano affatto: torna quindi inutile riportare quanto ne dicono.

I soli Ellenberger e Baum (2) ne danno una buona e veritiera descrizione. « La lunghezza dell'esofago, scrivono questi autori, dipende dalla statura e dalla razza del cane e, naturalmente, sovratutto dalla lunghezza del collo. La mucosa forma pieghe longitudinali; è di color bianco e possiede glandole mucose in tutta la sua estensione. Il lume o calibro del tubo, dopo allontanamento delle sue pareti e misurazione su dei tagli, non si presenta dovunque eguale (Sappey ed altri). La parte la più stretta trovasi in principio dell'esofago (vicino al margine aborale della cartilagine cricoide); poi il tubo si allarga (passa, ad es. da 4,5 a 7 cm.), si restringe di nuovo (5 cm.), si allarga in seguito (sino a 7,2 cm.) e si restringe ancora una volta affatto vicino al cardias (5,5 cm.). Finalmente il suo sbocco nello stomaco è svasato a forma d'imbuto (Rubeli). La parete è più grossa in corrispondenza dei punti ristretti che nelle parti allargate. »

---

(1) Strangeway's – Veterinary Anatomie. Sixth edition revised and edited by I. Vaughan, 1904.

(2) Ellenberger e Baum — Anatomie descriptive et topographique du chien. Traduit de l'allemand par J. Deniker, 1894.

Queste osservazioni erano già state fatte da Rubeli (1) nella sua tesi inaugurale. Ellenberger e Baum non hanno fatto altro che riferire quanto ne scrisse il Rubeli il quale in una figura riproduce non solo le dilatazioni ed i restringimenti dell'esofago del cane ma anche lo spessore delle pareti nei varii punti di dilatazione e di restringimento. Questo ricercatore ha trovato intanto che il lume dell'esofago del cane non è uniforme e che le sue pareti non sono egualmente spesse.

Abbiamo voluto anche noi controllare questi dati anatomici e dalle nostre numerose osservazioni risulta la veridicità delle ricerche del Rubeli. Osservammo inoltre che lo spessore della mucosa è maggiore in corrispondenza del principio dell'esofago dove forma pieghe trasversali invece che longitudinali e che si nota in questo punto un rigonfiamento anulare, descritto già da Frank e da Strahl (2) e che venne denominato *Pharingxwultst* che, secondo Ellenberger, possiede nel suo spessore un grosso fascio muscolare.

Pel rimanente la mucosa dell'esofago offre pieghe longitudinali.

Se si esamina attentamente ad occhio nudo o meglio con una lente d'ingrandimento la superficie della mucosa si vedono punticini scuri sparsi qua e là e che altro non sono se non gli sbocchi dei dotti escretori delle ghiandole esofagee. Più numerosi nella parte superiore dell'esofago dove se ne contano sino a 20 per centimetro quadrato sono più rari nella parte mediana, dove se ne contano soltanto da 10 a 12 per centimetro quadrato per presentarsi di nuovo in maggior copia nella parte inferiore, dove se ne contano da 15 a 18 per centimetro quadrato.

---

(1) Rubeli O. — Ueber den Ösophagus des Menschen und verschiedener Haustiere. Inang. Diss. 645. 3 Tafeln. Bern, 1889.

(2) Strahl H. — Beiträge zur Kenntniss des Ösophagus und der Haut. I Ösophagus. II Haut. Arch. f. Anat. un Phy. Anat. Abth. S. 177-195, 1 Taf. 1889.

Premessi questi cenni anatomici consideriamo ora la costituzione istologica dell'esofago.

L'epitelio che riveste la superficie della mucosa è relativamente grosso ed appartiene alla categoria degli epitelii pavimentosi stratificati. È composto quindi di più ordini di cellule, di cui le superficiali sono allungate, appiattite, disposte su tre o quattro ordini. Presentano però un nucleo ben manifesto, di forma elittica e disposto col suo asse maggiore nel senso dell'asse maggiore della cellula. Non sono punto manifesti lo strato lucido e lo strato granuloso. Procedendo verso il corpo papilare le cellule divengono più grandi, più rotondeggianti, con un nucleo rigoglioso e quelle che sono in contatto con le papille del corion sono ancora più grandi, disposte in un sol strato, con nucleo sviluppato ed intensamente colorato: hanno una forma allungata con l'asse maggiore nel senso verticale alla mucosa. Questo epitelio superficiale della mucosa si addentra nel corion per cui forma a sua volta delle propaggini che si immettono fra le papille del corion e che hanno forme e dimensioni variabili. Non presenta dovunque lo stesso spessore: sottile in corrispondenza delle pieghe trasversali, diviene grosso nella parte superiore dell'esofago ed irregolare negli strati profondi per il grande numero delle papille del corion: si assottiglia nuovamente ed è più appianato nelle sue parti profonde, e precisamente nei punti di contatto col corion, in corrispondenza della parte mediana dell'esofago; si mantiene pure sottile, meno però di quanto non sia nella parte mediana e però fornito di maggior numero di propaggini nella parte inferiore. Vicino allo stomaco le propaggini sono più regolari sia per forma che per dimensioni di quelle delle restanti parti dell'esofago.

In rapporto alle disposizioni speciali delle parti profonde dell'epitelio sta il corpo papillare del corion le cui infossature sono riempite dall'epitelio. È da notarsi però che là dove i prolungamenti dell'epitelio sono larghi e lunghi le papille sono pure lunghe ma strette, talora filiformi. In taluni punti specialmente della parte superiore, in corrispondenza delle pieghe trasversali e nella parte mediana, dove l'epitelio profondamente è appianato, le papille del corion mancano del tutto. Nella parte inferiore il corpo papillare è sviluppato.

Il corion è grosso, formato di tessuto connettivo addensato nello strato papillare, più smagliato nelle parti profonde. Contiene numerose ghiandole con i loro dotti escretori, vasi sanguigni, nervi e cellule connettivali in numero variabile secondo i punti.

Le ghiandole che si trovano nel corion e di solito più vicine alla tonaca muscolare che non allo strato papillare, sono molto numerose e si rinvengono per tutta la lunghezza dell'esofago. Quelle che si trovano in corrispondenza del tappo faringeo sono le più numerose formando come una specie di grosso anello e sono evidentemente ghiandole a grappolo. Le cellule che tapezzano la faccia interna degli acini sono cilindriche o cilindro - coniche, a protoplasma chiaro avendo assunto poco od affatto i colori impiegati, mentre il nucleo posto alla parte periferica o eccentrica della cellula è intensamente colorato. Gli acini si raggruppano fra loro formando lobulini ed i lobulini alla loro volta si riuniscono in lobuli divisi tanto gli uni quanto gli altri da fibre connettivali. Queste ghiandole, che appartengono per la caratteristica del loro epitelio, alle ghiandole mucose sono percorse da vasi sanguigni piuttosto grossi e sono provviste di unico dotto escretore rivestito da due o tre strati di cellule un po' appiattite. I dotti attraversano lo spessore della mucosa o in senso verticale, diritto o leggermente tortuosi. Il loro epitelio passa gradatamente nell'epitelio che riveste il lume dell'esofago. Non presentano nè la stessa forma nè la stessa grandezza: da quelle composte di moltissimi acini si arriva sino a quelle formate di due o tre acini riuniti assieme e potemmo constatare anche semplici acini isolati. Se ne trovano, però in numero molto scarso, di quelle che si potrebbero definire acino-tubolari poichè gli acini invece di essere sferici sono più o meno allungati a forma di tubo. La vera forma di tubo si riscontra in alcune ghiandole della parte inferiore dell'esofago, forma ben manifesta che spicca fra le ghiandole a grappolo

Edelmann (1) asserisce che nell'esofago esiste una grande quantità di ghiandole mucose di forma tubolo-acinosa. Siccome le sue ricerche vennero fatte nella regione del cardias *(Kardialdrüsenregion)* nei vari animali così le osservazioni fatte devono essere improntate a grande veridicità. Dobbiamo dire però che noi nell'esofago del cane non ne trovammo mai in grande quantità neanche nella regione dall'Edelmann esaminata e studiata.

Eichenberger (2) ha voluto sottilizzare troppo nella descrizione delle glandole dell'esofago dando di esse le misure. Non abbiamo per conto nostro creduto opportuno occuparci di questo argomento perchè abbiamo osservato che le dimensioni delle glandole variano secondo le dimensioni dell'animale. E le cifre che dà Eichenberger non possono essere che approssimative poichè nel suo lavoro non riferisce se le misure sono di esofagi di cani grandi o piccoli, se sono misure medie, se valgono per tutte le razze indistintamente o meno: quindi sono cifre che possono dare scarso affidamento.

Secondo Klein citato da Stöhr (3) si troverebbe nelle glandole mucose dell'esofago del cane un piccolo numero di cellule a semiluna. Noi non ne abbiamo potuto mai riscontrare alcuna, ma non vogliamo con ciò mettere in dubbio le asserzioni e le osservazioni di un celebre istologo quale è il Klein.

---

(1) Edelmann — Vergleichend anatomische und physiologische Untersuchungen über eine besondere Region der Magenschleimhaut (*Kardialdrüsenregion*) bei den Säugetieren. Deutsche Zeitschr. f. Tiermedezin. Bd 15, S. 165 214. 1 Taf.

(2) Eichenberger A. — 1 Die Schleimdrüsen des Ösophagus beim Hunde. 2 Retentionscysten im Ösophagus des Hundes. Deutsche Zeitsch. f. Tiermedezin XI, S. 109-111, 1 Taf.

(3) Stöhor Ph. — Ueber Schleimdrüsen. Festph f. t. v. Kölliker z. Feier seines 70 Geburtstages S. 423-444, 1 Taf. *Anat. Anzeiggr* N. 12 S. 372-374, Leipzig, 1887.

Quanto non abbiamo mai constatato si è l'unione dei dotti escretori di due glandole vicine sboccanti quindi con un dotto unico, fatto che da qualche ricercatore è stato ammesso.

Se prendiamo pertanto in esame la *muscularis mucosae* od elemento muscolare della mucosa ci troviamo un po' imbarazzati poichè non possiamo essere d'accordo coi ricercatori che ci hanno preceduto in questo studio circa il punto in cui compare nell'esofago.

Klein, Verson(1), Ellenberger(2) la fanno incominciare alla metà del primo quarto dell'esofago mentre noi, almeno nelle sezioni fino ad ora praticate, l'abbiamo vista mostrarsi soltanto nella porzione inferiore. Nella parte media o superiore dell'esofago non ci fu dato riconoscere la minima traccia di elementi muscolari nella mucosa. Come è nostra abitudine non abbiamo letto i lavori di coloro che si sono occupati dell'anatomia ed istologia dell'esofago del cane se non dopo averlo studiato e descritto per conto nostro. Rimanemmo perplessi nel constatare una differenza tanto manifesta sul punto dove incomincia la *muscularis mucosae,* ma non possiamo a meno di asserire che essa incomincia nella parte inferiore dell'esofago almeno negli esofagi da noi istologicamente esaminati. Ci riserviamo di ritornare dopo ulteriori ricerche su questo punto che riteniamo interessante.

L'elemento muscolare della mucosa si dispone in un modo affatto speciale. Di solito dalle ricerche che vennero fatte finora intorno alla *muscularis mucosae* degli organi cavi della digestione, questa si dispone a membrana che può risultare di uno e più frequentemente di due strati. Nell'esofago del cane invece è rappresentata da grossi fasci per la massima parte decorrenti in senso longitudinale. Questi fasci sono tra loro separati da tessuto connettivo e s'immettono in parte fra le ghiandole sovratutto ad una certa distanza dal cardias.

---

(1) Klein E. und Verson E. — Der Darmcanal. Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Tiere Klein: Mundhöhle, Pharinx, Ösophagus, Magen. Verson: Dünndarm 1871.

(2) Ellenberger W. — Handbuch der vergleichenden Histologie und Physiologie der Haussäugetiere bearbeitet von Bonnet, Csokor, Eichbaum ecc. Bd. Histologie, 1884.

La *muscolaris mucosae* trovasi costantemente fra lo strato papillare e le ghiandole: grossa nella parte inferiore e precisamente a pochi centimetri di distanza dal cardias perde gradatamente in ispessore vicinissimo allo stomaco nel punto di passaggio esofago-stomaco arrivando ad essere rappresentata soltanto da qualche fascio muscolare. Inutile ricordare che risulta di tessuto muscolare a fibre liscie.

Esaminiamo ora la tonaca muscolare. Questa, a differenza della *muscularis mucosae,* è formata di fibre striate che sono però molto sottili con una sottilissima striatura.

Il Gulliver (1) fin dal 1839 distinse nell'esofago del cane due strati muscolari che considerò uno a decorso anulare e uno a decorso longitudinale, ma le ulteriori ricerche hanno messo in evidenza che queste asserzioni non sono perfettamente esatte.

Già il Wildt ricordato da Ranvier (2) fin dal 1845 trovò che non si tratta propriamente di un strato muscolare anulare e di uno longitudinale, ma la tonaca risulta di fibre spiraliformi incrociantisi in diverse direzioni in modo tale che in un punto fibre poste profondamente possono divenire in un altro punto superficiali.

Ellenberger e Baum quando notano che i due strati si incrociano come le dita delle mani non dicono però se ciò si verifica soltanto superiormente o per tutta la lunghezza dell'esofago. L'osservazione è prettamente giusta e noi abbiamo constatato che ciò avviene soltanto lungo una linea o rafe mediano ed incomincia nella parte superiore e posteriore per un breve tratto per continuarsi anche anteriormente lungo una linea mediana anteriore. È in corrispondenza di queste linee che avviene l'incrociamento dei due strati per modo che lo strato interno diviene esterno e viceversa. Nel resto del loro percorso i due strati sono obliqui disposti in senso contrario, separati fra loro da un sottile strato di connettivo. Una tale disposizione si conserva in alcuni casi sino al cardias, dove lo strato interno da spiroideo diviene anulare aumentando di spessore in modo da formare intorno al cardias uno sfintere: lo strato esterno da spiroideo diviene longitudinale. A questi due strati talora si aggiunge al principio dell'esofago, come osservammo in un cane, un tenue strato esterno quasi anulare: in un altro cane alla metà dell'esofago constatammo uno strato longitudinale interno. Ellenberger e Baum descrivono un tenue strato interno longitudinale nel quarto aborale dell'esofago. Rimarrebbero quindi soltanto due strati le cui fibre per decorso possono variare se non in totalità almeno in parte e figurare così apparentemente un terzo strato mentre che questo è dato dalle fibre di uno strato che hanno deviato per corto tragitto o in senso orizzontale (anulare) o in senso longitudinale od in senso più o meno obliquo. Da ciò la supposizione di tre strati distinti, che effettivamente non sono nè per origine nè per disposizione.

---

(1) Gulliver G. — Observations on the muscular fibres of the oesophagus and heart in some of the vertebrate animals. *Annals of natur. hist* Vol. XI, pag. 391, 1843

(2) Ranvier L. — Les muscles de l'oesophage. *Journal de micrographie* III, pag. 9-14, 1879.

Altro fatto sul quale i ricercatori non sono concordi è dato dal punto nel quale la muscolatura liscia subentra alla striata. Il Ravitsch (1) fin dal 1863 trovò che nel vitello, porco, cane, gatto, coniglio, gli elementi striati raggiungono in ambedue gli strati più o meno le vicinanze del cardias e certamente cessano prima nello strato interno che nell'esterno.

---

(1) Ravitsch J. — Ueber das Vorkommen quergestreifer Muskelfasern im Ösophagus der Haustiere. *Arch. f. pathol. Anat. u. Phys.* Bd. 27, S. 413, 1863.

Klein e Verson (1) hanno trovato che le fibre muscolari liscie si presentano nella *muscularis* solo al principio dell'ultimo quarto limitandosi però anche qui esclusivamente allo strato interno, il quale solamente vicino al cardias risulta formato di fibre muscolari liscie. Gli altri strati sono, sino al passaggio dell'esofago nello stomaco, composti di fibre muscolari striate.

Gillette (2) trovò che le fibre muscolari striate cessano del tutto al cardias.

Ranvier (3) dice che la muscolatura striata arriva sino in vicinanza del cardias.

Ellenberger (4) asserisce che nel cane la muscolatura striata dello strato esterno arriva sino al cardias e s'irraggia nello stomaco con singoli fasci, mentre nello strato interno subito sopra il cardias si presentano fibre liscie che eliminano completamente quelle striate.

Dalle osservazioni da noi fatte risulta che le fibre muscolari liscie cominciano a presentarsi nello strato interno a breve distanza dal passaggio esofago-stomaco e che vanno sempre aumentando di numero finchè al presentarsi delle prime ghiandole della regione cardiaca dello stomaco lo strato interno è completamente formato di fibre muscolari liscie. In qualche soggetto abbiamo visto conservarsi qualche raro fascio di muscolatura striata fino a che si trovano glandole esofagee.

Lo strato esterno conserva muscolatura striata fin quasi al presentarsi delle prime glandole stomacali. Da questo punto nella parte profonda di tale strato esterno compaiono fibre liscie mentre nella parte superficiale si conservano ancora fibre muscolari striate che irradiano sulle pareti dello stomaco.

---

(1) Klein und Verson — Loc. cit.

(2) Gillette — Description et structure de la tunique musculaire de l'oesophage chez l'homme et chez les animaux. Robin, *Journal de l'anat. et de la physiol.*, VIII, pag. 617-644, 1872.

(3) Ranvier L. — Les muscles de l'oesophage *Jornal de micrographte*, III, pag. 9-14, 1879.

(4) Ellenberger — Loc. cit.

Secondo Ellenberger e Baum (1) ecco quale sarebbe la disposizione della tonaca muscolare dell'esofago del cane.

« La tonaca muscolare è formata essenzialmente nel cane di fibre striate, rosse ; lo strato esterno si estende sino al cardias e va ad espandersi nelle pareti dello stomaco. Così tutto l'esofago del cane è di un color rosso. La tonaca muscolare è costituita all'origine del tubo da uno strato esterno più sottile ed uno interno più grosso, che nascono tutti e due al rafe faringeo ed alla faccia dorsale della cartilagine cricoide. Essi descrivono poi spirali in senso inverso e s'incrociano alla faccia dorsale ed al lato ventrale come le dita incrociate delle due mani. Verso la metà dell'esofago i due strati sono di eguale spessore; un po' più in basso l'esterno è più grosso dell'interno: nel tempo istesso le sue fibre divengono progressivamente longitudinali, mentrechè quelle del secondo presentano la disposizione anulare. Oltre a questi due strati se ne constata pure un terzo, poco marcato, situato al lato interno nel quarto aborale dell'esofago. Lo strato anulare medio forma vicino allo stomaco un anello muscolare in forma di sfintere, mentre che lo strato longitudinale interno diviene obliquo (Laimer) (2).

Nel cane secondo Müller (3) si trova all'esterno un debole strato di fasci longitudinali, poi si mostrano due strati a spirale, i quali, secondo quanto asserisce Semmer, si sovrappongono incrociandosi come nell'esofago del bue. L'esofago del cane, sempre secondo Müller, risulta nella sua tonaca muscolare tutto di fibre striate le quali si diffondono per breve tratto nello stomaco sullo strato superficiale.

Secondo Klein trovasi nel primo quarto lo strato esterno longitudinale debole, il profondo circolare più grosso, alla metà ambedue gli strati hanno uguale spessore, nell'ultimo quarto trovansi tre strati: uno superficiale ed uno profondo a fasci longitudinali ed uno mediano forte a fasci circolari.

---

(1) Ellenberger e Baum — Loc. cit.

(2) Laimer E. — Beitrag zur Anatomie des Ösophagus. *Wiener meder. Jahrbucher*, Jahrg. 1883 S. 333-388, 2 Taf.

(3) Müller — Lehrbuch der Anatomie der Haussäugethiere. Zweite auflage.

Da quanto precede emerge la disparità di vedute circa la disposizione degli strati muscolari dell'esofago del cane.

Non tralasciammo di studiare sia macroscopicamente che microscopicamente la disposizione dei fasci muscolari dell'esofago del cane e diamo quì conto esatto delle nostre ricerche. La descrizione che ne dà l'Ellenberger e che abbiamo più indietro riportata non coincide esattamente con quanto abbiamo constatato poichè le fibre non hanno un decorso così ben marcato e distinto. Nella maggior parte degli esofagi esaminati la maggior quantità delle fibre s'incrocia ad angolo retto per cui i due strati presentano necessariamente la medesima obliquità. Qualche volta cambia la direzione di uno solo degli strati e talora infine in qualche punto i due strati hanno il medesimo decorso.

Secondo le osservazioni fatte crediamo che la disposizione della muscolare nell'esofago del cane oltre essere molto complicata non sia eguale in tutti gli esofagi. In generale però si può ritenere che la *muscularis* sia costituita superiormente di due strati muscolari, le cui fibre hanno decorso spirale, decorso che incomincia a presentarsi in corrispondenza delle pieghe trasversali e nella parte posteriore dell'esofago la muscolare risulta formata di un unico strato, i cui fasci hanno un decorso quasi anulare: è nella parte posteriore che si divide in due strati decorrenti in senso contrario ed incrociantisi ad angoli più o meno acuti.

RECENSIONI

Schaper A. — *Ueber die Zelle* — Nachgelassene Schrift. -- Nach dem Tode des Verfasser herausg. von W. Roux. — W. Engelmann — Leipzig, 1906 — S. 45 mit 3 Textfiguren — gr. 8°. Preis: M. 0,60.

Alfredo Schaper, così prematuramente rapito alla scienza, stava preparando un trattato sulla cellula e sui tessuti, nella quale intendeva esporre le sue speciali vedute, quando la morte lo colse dopo che aveva posto termine ai soli tre primi capitoli. Questi tre capitoli l'amico suo e maestro Guglielmo Roux volle dare alla luce, intendendo così di rendere omaggio alla memoria dell'autore e nel tempo stesso di interpretarne il desiderio.

Nel I di questi è riassunta brevemente una storia della teoria cellulare da Malpighi a Schwann, a Schleiden, a Schultze e Brücke. Nel II sono esaminati i varî stadi di individualità organica, dagli esseri unicellulari, ai pluricellulari. Nel III capitolo, che è anche il più interessante, si tratta della struttura e delle manifestazioni elementari vitali della cellula. La forma, la grandezza della cellula, le proprietà del protoplasma e la sua struttura visibile sono argomenti trattati con giusta parsimonia e grande chiarezza. La lettura di questi tre capitoli ci fa davvero rimpiangere che la morte inesorabile abbia troncato insieme alla vita preziosa dell'Autore, anche un'opera che senza alcun dubbio sarebbe riuscita un modello per limpidezza di idee, per ordine e per l'importanza delle vedute.

E. Giglio-Tos

Ihering (von) H. — *Archhelenis und Archinotis* — Gesammelte Beiträge zur Geschichte der neotropischen Region — W. Engelmann — Leipzig. 1907 — S. 350 — mit einer Figur in Text und einer Karte — gr. 8°. Preis: M. 6.

Archhelenis e *Archinotis* sono i nomi che l'A. dà a due ipotetici continenti dei quali il primo congiungeva, nell'epoca oligocenica, l'antico Brasile dell'era terziaria coll'Africa, mentre il secondo comprendeva la Patagonia; la Terra del Fuoco, le isole Falkland ed il Chilì in un unico continente antartico.

Le ragioni di indole sopratutto paleontologica e biologica che lo inducono a formulare questa sua teoria e che sono il frutto di ricerche e di osservazioni che durano da ben 15 anni sono l'argomento dei 16 capitoli di questo libro.

Dopo alcune osservazioni sulla quistione dell'origine delle specie, dove l'A., sebbene evoluzionista, proclama decisamente l'insufficienza della teoria del Darwin nella risoluzione di tale problema; dopo una lunga discussione sulla proprietà privata nel regno animale, che non vediamo troppo chiaramente quale intimo rapporto possa avere con l'argomento principale del libro, l'A. passa negli altri capitoli all'esame delle ragioni d'indole varia che lo traggono alla ipotesi dell'esistenza antica dei due continenti sopradetti. Così egli tratta della distribuzione geografica dei molluschi d'acqua dolce, dei rapporti tra la fauna d'acqua dolce del Chilì e del Brasile meridionale, e di quelli che corrono tra la Nuova Zelanda e l'America del Sud; esamina il carattere della paleografia dell'America meridionale, dedica uno speciale capitolo a trattare degli Unionidi del Sud-America, e un altro a trattare della Flora neotropicale e della sua storia, porta un contributo alla storia della fauna marina della Patagonia, fa la storia della regione neotropicale, tenta di dimostrare come gli elminti possano essere un buon aiuto nello studio della distribuzione geografica, e come le conchiglie del terziario dell'America meridionale sieno un eccellente mezzo per ricostruire i profili delle antiche coste di quel continente. Tratta infine della storia e dei modi di diffusione della fauna salmastra delle regioni orientali del Sud-America, e delle ragioni che lo inducono a ritenere il territorio chileno-argentino come uno speciale centro di creazione di piante e di animali del Sud-America, territorio che egli chiama *Archiplata,* e infine riassume nell'ultimo capitolo i motivi che legittimano la sua ipotesi.

Il libro è certo interessante assai e non si può negare che, non una sola, ma più ragioni militano in favore dell'ipotesi dell'A., il quale, se avesse portato le sue osservazioni su altri gruppi di animali, avrebbe aggiunto maggior valore alle sue asserzioni e maggior importanza alla tesi che sostiene. Devesi tuttavia tener conto che trattandosi dell'ipotesi dell'esistenza di continenti in epoche da noi molto lontane, gli argomenti in suo favore dovevano per forza esser tratti da forme animali di cui si potessero avere traccie risalenti alle epoche geologiche passate. Di qui la necessità di dover limitare le ricerche faunistiche a certi gruppi solamente del regno animale.

Sarebbe ad ogni modo assai utile che ogni Zoologo portasse il proprio contributo prò o contro questa ipotesi in quel ramo della Zoologia che è di sua speciale competenza.

E. Giglio-Tos

Braeunig K. — *Mechanismus und Vitalismus in der Biologie des neunzehnten Jahrhunderts* — W. Engelmann — Leipzig, 1907 — S. 111 — Preis: M. 2,40.

L'A., dopo di aver fatto rilevare, come il problema dell'essenza della vita e della sua origine che ha tormentato il cervello dei più grandi filosofi, è oggidì, a causa di una esagerata specializzazione, un po' trascurato, si propone di dimostrare per quale concatenamento di idee e su quali principî verso la metà del secolo XIX le vitalistiche interpretazioni dei fenomeni vitali hanno ceduto il campo a quelle meccaniche e nel tempo stesso di insegnare al moderno vitalismo come questi medesimi punti di vista abbiano anche ai nostri tempi ragione di essere.

Per fare ciò, egli, con uno studio accurato dei migliori biologi del secolo XVIII descrive lo stato della scienza biologica sul finire di questo secolo e la posizione presavi da Kant, accennando alla interpretazione chimica di Silvio, a quella meccaniea di Borelli, ai lavori di Bernoulli, di Boerhave, di von Haller; e sopratutto al gran sistema filosofico di Kant. Descrive quindi il sorgere e il fiorire della scuola dei filosofi della natura e quindi l'epoca di passaggio dall'uno all'altro sistema filosofico, mettendo in rilievo l'alto influsso che i lavori di Liebig, di Wolff, di Giovanni Müller, di Schwann e di Schleiden ebbero in questa trasformazione della Biologia. Passa quindi a considerare il periodo classico delle scienze naturali esaminandone le interpretazioni meccaniche e i loro fondamenti filosofici, e finalmente esamina le degenerazioni materialistiche in cui finirono le interpretazioni meccaniche della vita e la conseguente reazione neovitalistica.

Dal rifiuto del materialismo come principio di concezione unica del mondo e dal rifiuto del darwinismo come spiegazione della finalità nella natura organica è scaturito il moderno vitalismo, il quale però non trova in ciò una giustificazione. Questa propensione al misticismo è propria della nostra epoca, epoca di una certa decadenza, che ama il mistico e teme il rigorosamente esatto, come l'epoca del romanticismo e della filosofia della natura. E questo è ancora favorito, aggiunge l'A., dalla mancanza di cognizioni fisico-matematiche e scientifico-teoriche.

Noi non possiamo che far eco a queste saggie parole dell'A. La scuola sperimentale ha fatto fare grandi passi alla scienza biologica in questi anni, ma non possiamo dire che il progresso sperimentale sia stato seguito da un corrispondente e adeguato progresso intellettuale e razionale. Si cerca, si indaga, si esperimenta molto, ma si ragiona poco, e quel poco razionalismo che si fa, non è accompagnato da quella coltura generale solida, seria e profonda che sarebbe desiderabile e necessaria.

Noi consigliamo a leggere il lavoro del Braeunig che è condotto molto bene e con chiarezza, illustrando così una delle pagine più importanti della Biologia. Non possiamo tuttavia non rilevarvi un difetto che è un po' comune agli scienziati d'oltr'Alpe: quello di dimenticare nella storia moderna e contemporanea della scienza la parte non indifferente che gli Italiani vi ebbero.

E. Giglio-Tos

Roux W. — Vorträge und Aussätze über Entwickelungsmechanik der Organismen

Heft II

Loeb J. — *Ueber den Chemischen Character des Befruchtungsvorgangs und seine Bedeutung für die Theorie der Lebenserscheinungen* — W. Engelmann — Leipzig, 1908 — S. 31 — Preis: M. 0,80.

Dopo di aver premesso che il sintomo caratteristico della sostanza vivente è la proprietà di riprodursi automaticamente e che tutte le manifestazioni della sostanza vivente si riducono in ultima analisi a fenomeni chimici, l'A. afferma giustamente che la interessante e fondamentale quistione della riproduzione si riduce a ricercare quali sieno i fenomeni chimici che presiedono ad essa e quindi ad analizzare, come egli fa da molti anni, le cause dello sviluppo dell'uovo ovverosia della fecondazione.

Lo spermatozoo agisce sull'uovo in due guise: anzitutto provoca il suo sviluppo, in secondo luogo trasmette all'individuo che ne nasce i caratteri paterni. L'A. lascia di trattare in questo suo lavoro questa seconda quistione per limitarsi ad esaminare solamente la prima.

Se noi ci chiediamo, egli dice, quale sia l'azione chimica principale dello spermatozoo sull'uovo, dobbiamo riconoscere che essa si riduce ad una rapida sintesi di sostanze nucleiniche dalla materia citoplasmatica. Di fatto, poichè l'uovo fecondato non ha che un solo nucleo, per metà paterno e per metà materno e questo nucleo si divide in due, quattro, otto, ecc. è evidente che questo non potrebbe avvenire senza la formazione di sostanze nucleiniche nell'intervallo, (fase di riposo) di ogni divisione, ciò che del resto noi designiamo col nome generale di assimilazione. E siccome l'uovo di riccio di mare si sviluppa ugualmente bene sia in acque che non contengono fosfati, necessari per la formazione dell'acido nucleinico, sia in acque che non contengono sodio, potassio o calcio, indispensabili pur essi per tale sintesi nucleinica, si deve concludere che questi elementi già si trovano contenuti nell'uovo stesso. (L'esame stesso dello sviluppo di quegli animali, le cui uova non stanno nell'acqua (insetti, uccelli, rettili ecc.) sono sufficienti del resto per convincerci che le sostanze necessarie a tutte le complesse reazioni chimiche dell'assimilazione durante lo sviluppo embrionale sono contenute nel deutoplasma o vitello dell'uovo).

Risulta pure da convenienti osservazioni biologiche che l' uovo fecondato non si sviluppa, se non ha a sua disposizione dell'ossigeno libero, e che lo sviluppo viene arrestato, se si aggiunge all'acqua del cianuro di potassio che ha per effetto di ritardare i processi di ossidazione. Tali uova, se rimesse in acqua di mare normale, riprendono bensì il loro sviluppo, ma non sono più in grado di oltrepassare lo stadio di blastula. Mentre che, se le uova di questa stessa specie e della stessa femmina non sono state fecondate, sottoposte alle stesse condizioni, e quindi rimesse in acqua normale e poi fecondate si sviluppano facilmente fino allo stadio di Pluteus. Il che si spiega qualora si supponga che lo spermatozoo provochi nell'uovo altre reazioni chimiche, oppure acceleri i processi di ossidazione, ossia le idrolisi, e che i prodotti di queste idrolisi per mezzo dell'ossidazione vengano usufruiti alla fabbricazione di speciali sostanze e specialmente a quella dei composti nucleinici. Nel qual caso, se l'ossidazione si arresta, si possono accumulare prodotti di scissione, i quali probabilmente producono la degenerazione dell'uovo. Così si comprende come l'uovo di riccio fecondato sia molto più facilmente danneggiato che quello non fecondato dalla mancanza di ossigeno. È possibile che una di queste idrolisi, prodotte dalla fecondazione, sia la scissione della lecitina.

Ma con le nozioni che finora possediamo sulla struttura chimica dello spermatozoo non possiamo ancora comprendere perchè la sua entrata nell'uovo ne provochi lo sviluppo. Ciò dobbiamo tentare di fare rivolgendosi agli esperimenti di partenogenesi artificiale.

E qui l'A. ci riassume brevemente i suoi interessanti e già noti esperimenti in proposito, trattando le uova di *Arbacia* o di *Strongylocentrotus purpuratus* o con acidi grassi, o con soluzioni iperalcaline oppure con sostanze (Benzol, Toluol, Xilol) solventi dei grassi, e quindi portandole in acqua di mare ipertonica, per rimetterle quindi nell'acqua di mare normale. Col primo trattamento egli ottiene la formazione di una membrana distinta intorno all'uovo, col secondo ottiene l'inizio dello sviluppo dell'uovo senza fecondazione e la sua prosecuzione fino allo sviluppo di una larva. Con questo metodo, egli dice, si riesce ad imitare l'azione chimica dello spermatozoo sull'uovo.

Loeb non potè finora ripetere questi esperimenti su molte altre forme animali, ma i risultati ottenuti con altre specie sono tali da confermare, eccezione fatta di alcune modalità, quelli raggiunti nelle uova dei ricci. Le uova non fecondate di una specie di *Polinoë,* anellide marino, portate in acqua di mare iperalcalina emettono i globuli polari, portate poi nell'acqua di mare ipertonica e quindi in quella normale si sviluppano meglio e più che trattati solo coll'acqua iperalcalina. Alcune uova di un mollusco, *Lottia gigantea,* messe in acqua di mare ipertonica neutra non diventano atte allo sviluppo, ma se si aumenta l'alcalinità dell'acqua con l'aggiunta di idrato di soda, tutte le uova sono capaci di svilupparsi. Altrettanto si dica per le uova di *Sipunculus.* Per le uova delle Stelle di mare basta il trattamento con acqua acidulata, essendo superfluo il passarle in acqua di mare ipertonica. Risultati ottimi si ottengono pure in tal modo con le uova di *Thalassema mellita,* come Lefevre ha dimostrato. Qualsivoglia acido: cloridrico, acetico, carbonico serve allo scopo, e il trattamento ulteriore con acqua ipertonica non migliora i risultati. Anche sotto l'azione di questi acidi le uova producono una membrana.

Vi sono dunque due sorta di uova: talune in cui la sintesi nucleinica è provocata dalla semplice idrolisi, altre invece per le quali occorre un processo per ossidazione col trattamento di acque ipertoniche o con qualsivoglia altro modo.

Dal che egli ne conclude, in ultima analisi, che il nucleo agisce come catalizzatore della sintesi nucleinica.

L'azione del nucleo sulla sintesi nucleinica, egli conclude, ed il significato della sintesi nucleinica per lo sviluppo e per la riproduzione costituiscono una delle più enigmatiche proprietà della cellula.

In altre parole, concludiamo noi, gli interessanti esperimenti del Loeb ci riconducono al punto capitale della quistione, all' assimilazione, che egli chiama sintesi nucleinica, senza la quale lo sviluppo non è possibile e che deve considerarsi come il punto di partenza di tutti i fenomeni vitali. Come questa possa avvenire gli esperimenti suddetti, per quanto interessanti, non ce lo dicono. L'interpretazione da noi data dell'assimilazione e dell'azione fecondante dello spermatozoo è dunque ancora la sola che ci permetta di comprendere in modo razionale la causa intima di questi capitali fenomeni biologici. (Vedasi Giglio-Tos: Les Problémes de la Vie — Parti I e III).

E. GIGLIO-TOS

Heft III

Przibram H. — *Anwendung elementarer Mathematik auf biologische Probleme.* — W. Engelmann — Leipzig, 1908 — S. 84 mit 6 figuren in Text — Preis: M. 2,40.

In questo opuscolo l'A. si prefigge di dimostrare la possibilità, l'utilità e in alcuni casi la necessità dell'uso della matematica nella soluzione dei problemi biologici. A tale scopo egli ci vuole insegnare come si debbano tradurre in linguaggio matematico i risultati delle varie esperienze ed osservazioni biologiche finora ottenute, come per es. il rapporto tra la grandezza delle cellule e dei nuclei ed il numero dei cromosomi, la velocità di accrescimento, la relazione tra gli stimoli e le reazioni, le condizioni dei varî equilibri, le probabilità, le combinazioni applicate alla nota legge di Mendel, la variabilità, dedicando in fine un ultimo capitolo alla psicofisica e al ritmo.

Nessuno oserà certamente mettere in dubbio che l'applicazione del metodo matematico allo studio dei fenomeni biologici sia della massima utilità e noi già da parecchi anni, nel dare un'interpretazione della cariocinesi, abbiamo dimostrato come i problemi che riguardano la divisione cellulare e la segmentazione dell'uovo si possano risolvere matematicamente, basandosi su di un semplice principio matematico, cioè sul rapporto tra il volume della sfera ed il raggio, principio che passò inosservato affatto a Pflüger, Hertwig, Roux, Driesch e parecchi altri che si sforzarono invano di cercare una spiegazione della deviazione del piano di segmentazione delle uova sottoposte a pressione, oppure delle varie direzioni del piano di divisione durante la segmentazione. Come pure fin d'allora noi ci esprimevamo in modo esplicito dicendo che i fenomeni biologici, non altrimenti che quelli meteorici, altrettanto varî e irregolari in apparenza, si compiono e si succedono in realtà con una precisione matematica. Ma fin d'allora dimostravamo pure ad evidenza, specialmente nella soluzione di certi problemi complessi, come la soluzione matematica si debba abbandonare per l'impossibilità di conoscere esattamente tutti i fattori che concorrono nel fenomeno che si studia.

Il metodo matematico è dunque preziosissimo, ma è anche molto delicato ed i risultati che può dare sono relativi all'applicazione che se ne fa. Intendiamo dire che, se i varî fattori sono tutti ed esattamente conosciuti ed il problema e le relative equazioni sono rigorosamente impostati, i risultati saranno ottimi e della massima precisione. Ma guai, se uno solo di essi è errato! Un errore, anche minimo, potrà ripercuotersi nei risultati finali enormemente ingrandito. È dunque un metodo che va usato con la massima circospezione.

Ora, dobbiamo confessarlo, nelle condizioni attuali della Biologia, per quanto lo si desideri, siamo tuttavia ancora assai lungi da questo splendido ideale. I più dei fenomeni sono così complessi che il risolverli nei loro singoli fattori è cosa difficilissima e quasi impossibile per ora, e tanto meno poi il misurarne esattamente il valore. Perciò, crediamo, che l'applicazione del metodo matematico alla Biologia sia, come Przibram dice, possibile, utile e necessario, ma deve esser fatta con profonda cognizione di causa. La matematica è un'arma così perfezionata e fine che data in mano a chi non la conosce, facilmente diventa un vero pericolo.

E. Giglio-Tos

Heft IV

Schultz E. — *Ueber umkehrbare Entwickelungsprozesse und ihre Bedeutung für eine Theorie der Vererbung.* — W. Engelmann — Leipzig, 1908 — S. 48 — gr. 8.° — Preis: M. 1,40.

Loeb aveva, già dal 1900, osservato che gli idranti di *Campanularia* ritornano alla struttura di cenosarco: due anni più tardi Driesch osservava l'involuzione delle branchie in *Clavellina* e Schultz non solo confermava questa osservazione, ma constatava inoltre, che, togliendo a questa ascidia l'addome, essa chiudeva le aperture branchiali e quelle di egestione e di ingestione ritornando così allo stadio di stolone; come pure dimostrava che nelle Planarie, costrette dal digiuno a rigenerare i loro organi di copulazione, questi percorrevano, nel loro rigenerarsi, gli stessi stadi, ma in senso inverso, che percorrono nello sviluppo, e che nell'Idra, la quale rigeneri i suoi tentacoli, l'apertura boccale si chiude e l'animale ritorna al suo stadio larvale di *Planula.*

Questo ritorno dell'organismo ad una fase più o meno embrionale, che l'A. già aveva designato col nome di « riduzione » e Braun e Goette con quello di ringiovanimento, l'A. crede che sia molto diffuso ed abbia un significato molto grande e che tutti i casi di involuzione delle cellule o di sdifferenziamento di elementi istologici, appartengano a questa categoria di fenomeni.

Egli ammette bensi con Roux e Weismann che in certi casi di rigenerazione fisiologica, questa provenga da cellule embrionali di riserva, ma è propenso a credere che nella maggior parte dei casi di rigenerazione patologica si abbia a fare con la degenerazione di un tessuto specializzato.

Fenomeni analogi di sdifferenziamento e di un nuovo differenziamento si hanno anche, secondo l'A., in certi casi di sviluppo embrionale normale, nell'incistidamento dei Protozoi e persino nei vegetali.

Da tutti questi fatti crede l'A. di poter trarre una nuova teoria dell'eredità organica, o per meglio dire egli spera di metterci sulla retta via per risolvere l'importante quistione della eredità dei caratteri acquisiti, eredità che egli sostiene a spada tratta con ragioni, in verità, non nuove e di poco valore. Quanto alla sua teoria o, diremo meglio, in qual modo egli colleghi i fenomeni sopracitati di regresso con quelli della normale riproduzione e della fecondazione non abbiamo potuto chiaramente capire e ci pare, leggendo, che anche l'A. stesso non abbia in proposito idee chiare. Non vi è di esplicito che una frase finale dove l'A. manifesta la sua profonda convinzione che tra la fine di un individuo ed il suo principio esiste un processo di involuzione e che in questo sta nascosto il segreto dell'eredità organica. Francamente ci pare poca cosa !

Ad ogni modo il lavoro del Schultz, a parte le sue idee personali, merita di essere letto con attenzione e meditato, ed è ricco di fatti che, meglio vagliati e ponderati, possono essere il punto di partenza per nuove ricerche ed esperimenti di grande interesse per la Biologia.

E. Giglio-Tos

« *Biologica* » Vol. II — N. 14

Istituto di Zoologia, Anatomia e Fisiologia degli Invertebrati in Firenze
diretto dal Prof. Daniele Rosa

Prof. **Daniele ROSA**

IL VALORE FILOGENETICO DELLA NEOTENIA

Sono stato spinto a scrivere queste pagine da una pubblicazione del Prof. L. Buscalioni intitolata « *La neocarpia studiata nei suoi rapporti coi fenomeni geologici e coll'evoluzione* » (1).

Il Buscalioni chiama « neocarpia » il fenomeno della fruttificazione precoce, fenomeno che nel caso estremo può manifestarsi in stadi affatto giovanili, fino a far riprodurre allo stato erbaceo piante i cui progenitori eran legnosi. Tali « forme giovanili » *(Jugendformen)* possono in date circostanze non raggiungere più lo stato che una volta era definitivo. Questa « neocarpia », l'A. stesso lo nota, non è in fondo che un caso speciale di quello che gli zoologi e con essi parecchi botanici chiamano « neotenia », con termine introdotto da Kollmann (1883) ed usato poi in senso più vasto da successivi scrittori, sopratutto da Boas (2).

Più specialmente la « neocarpia » corrisponde in botanica a ciò che è in zoologia la « progenesi » di Giard e Bonnier (1887) i quali serbano alla parola « neotenia » il significato primitivo di conservazione allo stato adulto di talune strutture embrionali o larvali. Ciò premesso dirò che se io, non botanico, mi occupo del lavoro di Buscalioni, ciò avviene perchè codesto lavoro tocca in qualche punto una questione sulla quale vedo che il Buscalioni ed io non andiamo d'accordo e che pure ha una grande importanza per la biologia generale.

---

(1) Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania, Ser. 4ª, Vol. XX.

(2) Boas. Ueber Neotenie. Festschrift für C. Gegenbaur. Leipzig 1896.

A quanto vedo, il Buscalioni in tesi generali accetta (pag. 19) la teoria della « riduzione progressiva della variabilità » (Rosa (1)) secondo la quale la potenzialità filogenetica, la facoltà intrinseca di dar origine a nuove stirpi, a nuovi *phyla,* va progressivamente scemando a misura che dalle forme più primitive, più indifferenti, si passa alle più evolute, più differenziate. Tuttavia egli ritiene in pari tempo che la natura riesca in vario modo, per es. appunto con la neocarpia (o progenesi, o neotenia di tutto l'organismo), ad ovviare alle conseguenze dannose di codesta legge.

Egli dice (pag. 20): « . . . talune forme, grazie alla attitudine a dare individui neocarpici, passano ad una condizione di minor perfezionamento organico e *ritornano quindi indietro nella via dell'evoluzione (per prendere forse più tardi un nuovo indirizzo filogenetico)* ». Ed aggiunge (pag. 20, in nota): « . . . il Rosa non ammette in verità una filogenesi per mezzo di forme neoteniche, ma io mi permetto di rilevare che, se il fenomeno può essere soggetto di discussione nel regno animale, esso è oramai *accertato* nei vegetali e l'esempio del *Senecio aetnensis* ne è una delle tante prove. »

Infatti io avevo scritto (loc. cit. pag. 92) che « le forme neoteniche sono forme *apparentemente* meno differenziate, ma che non hanno menomamente riacquistata la potenzialità filogenetica che è propria delle forme primitivamente indifferenti », cioè delle forme in cui lo stesso grado d'apparente semplicità era primitivo, non riacquistato.

Chi di noi due ha ragione? Importa saperlo perchè l'accettare o no la tesi sostenuta dal Buscalioni (e non da lui solo), l'ammettere o il negare che l'evoluzione possa essere veramente *retrograda,* è cosa di capitale importanza nella moderna lotta fra ortogenismo e darwinismo. Vediamo dunque di esaminare il caso con la maggiore imparzialità.

---

(1) Rosa. La riduzione progressiva della variabilità. Torino, Clausen edit. 1899. (Trad. ted.: Die progressive Reduktion der Variabilität. Jena, Fischer, 1903). Vedi anche: Rosa. Vi è una legge della riduzione progressiva della variabilità (*Biologica*, Vol. I, 1900).

Confesso che a primo aspetto il **Buscalioni** sembra aver assolutamente ragione.

Invero non si vede affatto perchè le forme neoteniche non dovrebbero avere almeno la stessa potenzialità filogenetica della quale godevano i loro immediati progenitori non neotenici.

Anche sembra assolutamente evidente che un giovane è meno differenziato di un adulto e che perciò le forme neoteniche devono considerarsi come ritornate ad una condizione più semplice, più primitiva.

Ed allora sembra anche evidente che, se si ammette la legge della riduzione progressiva della variabilità, si debba attribuire alle forme neoteniche una capacità filogenetica anche maggiore di quella di cui godevano i loro vicini progenitori non neotenici.

Sì; tutto ciò sembra evidente. Ma ... è poi vero?

Intanto notiamo che alle considerazioni teoretiche esposte qui sopra altre se ne possono opporre che direbbero tutto il contrario.

Partiamo da una vecchia e troppo dimenticata affermazione di **Naegeli** (1): Le ova (o in generale le cellule germinali) differiscono tra loro tanto come gli individui adulti di queste..

Se da una cellula germinale nasce un ippopotamo, da un'altra una chiocciola, da una terza una rosa, codeste tre cellule devono presentare internamente una differenza corrispondente a quella che intercede fra un ippopotamo, una chiocciola, una rosa.

Ciò non vorrei inteso in senso preformistico. Nella cellula germinale non credo neppur io che ci sia sotto nessuna forma una complicazione paragonabile a quella dell'adulto, ma solo un substrato (idioplasma) di costituzione relativamente semplice, se ben diversa da specie a specie, il quale inizia una più o meno lunga serie di reazioni con le sostanze che gli servono di nutrimento, per le quali reazioni l'individuo cresce ed acquista la sua progressiva complicazione.

---

(1) **Naegeli** C. Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. 1884,

Che sussistano differenze così immensamente multiformi tra cellule che spesso non possiamo distinguere le une dalle altre o che riconosciamo solo da caratteri del tutto secondarii è cosa che ci pare incredibile.

Ma qui l'incredibile è vero.

E se questo è vero per l'individuo allo stato di cellula germinale è necessariamente anche vero per l'individuo in tutti gli stadii successivi di sviluppo.

Ed ecco che se partiamo da questi dati, difficilmente contrastabili, noi siamo condotti ad opinione molto diversa da taluna che dapprima ci sembrava brillare di tanta evidenza.

L'opinione alla quale siamo ora condotti è questa: Un essere vivente nei suoi stadii giovanili è meno complicato di un adulto, ma rimane allo stesso livello tassonomico di questo; il suo idioplasma specifico rimane identico. Un maggiolino in tutti gli stadii del suo sviluppo individuale, dall'uovo sino all'insetto perfetto, è sempre un maggiolino. Se esso si arresta nel suo sviluppo diventando sessuato in uno stadio precoce (progenesi o neotenia generale) esso sarà un maggiolino non finito, ma non per questo esso sarà ritornato indietro nella via della evoluzione ridiventando uguale a qualche suo più o meno lontano progenitore (1).

E non essendo in tal modo ritornato ad uno stato tassonomicamente più basso, storicamente più primitivo, non avrà nemmeno riacquistata una maggior potenzialità filogenetica.

Ho già illustrato ampiamente questi concetti a pag. 89-92 del mio libro « Sulla riduzione progressiva della variabilità » (1899). Poichè quelle pagine non hanno avuto la fortuna di convincere il mio amico **Buscalioni**, mi proverò a sviscerare meglio la questione, tanto più che su qualche punto importante riconosco di aver sorvolato troppo leggermente.

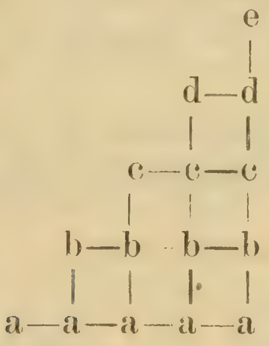
---

(1) Queste stesse cose rileva pure il Diels (1906, pag. 113) « In der Jugendform und im Alter blühet die selbe Art bei *Eucalyptus*, die selbe Art von *Bidens*, von *Chamecyparis* u. s. w. Es sind phyletisch betrachtet genaue aequivalente ».

Chi ammette che le forme neocarpiche (o neoteniche) siano forme ritornate indietro sulla via dell'evoluzione e capaci di prendere un nuovo indirizzo filogenetico mostra implicitamente di accettare in complesso la legge del parallelismo fra l'ontogenesi e la filogenesi (« Legge biogenetica fondamentale » di **Haeckel**).

Ma questa legge vuol essere intesa *cum grano salis.*

Molti si fanno di questa legge una idea che potrebbe essere rappresentata dal seguente schema *(Schema A):*



Questo *Schema A* rappresenta cinque specie di crescente complicazione nate successivamente l'una dall'altra. Le serie verticali rappresentano gli stadi ontogenetici di queste cinque specie. mentre la serie ascendente obliqua *a-e* rappresenta i successivi stadii filogenetici della specie ultima e più evoluta.

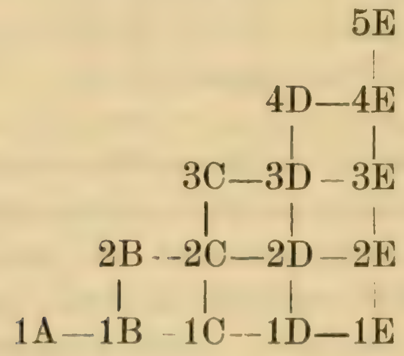
Resta sottinteso che la corrispondenza fra filogenesi ed ontogenesi non si ritiene perfetta ammettendosi che molti stadii filogenetici possano nell'ontogenesi essere saltati (ricapitolazione) od alterati ed eventualmente sostituiti da adattamenti larvali od embrionali (cenogenesi).

In forma forse un po' esagerata questo schema mostra come per solito si dimentichi che la differenza sostanziale fra due specie è a qualunque stadio di sviluppo la stessa e come si dia per solito troppo peso alla rassomiglianza che c'è fra due specie vicine in stadii di sviluppo fra loro corrispondenti.

Son certo che molti protesteranno di non essersi mai fatto della legge biogenetica un concetto rappresentabile da uno schema di tal fatta.

E pure segue inconsciamente codesto schema chi ammette che se, per esempio, la quinta specie (serie verticale *a e*) per una causa qualunque si arresta nel suo sviluppo allo stadio *c* ed in questo stadio divien sessuata, essa è per ciò stesso ritornata ad uno stadio filogenetico più antico diventando quasi uguale alla terza specie per la quale la condizione *c* rappresentava lo stato definitivo. Il che è quanto credere che un branchiostoma che si fermasse allo stato di gastrula ed in questo stato divenisse sessuato sarebbe per ciò stesso diventato equivalente ad un gastreide primitivo e potrebbe come questo dar origine a gruppi inferiori di metazoi.

Saremo invece più vicini al vero se rappresentiamo la legge biogenetica con quest'altro schema *(Schema B):*



Questo schema, in cui le cinque specie sono rappresentate da lettere successive di una stessa serie *A-E* e gli stadi ontogenetici che da specie a specie si corrispondono sono indicati da una stessa cifra, accentua i fatti che nel primo schema apparivano trascurati.

Stiamo dunque a questo secondo schema e vediamo come da questo punto di vista si possano giudicare i fatti della neocarpia e in generale della neotenia.

Qui è urgente fare una distinzione, senza la quale vedo che andiamo a naufragare in un mare di malintesi.

La neotenia può (almeno teoricamente) avere due origini. Essa può essere acquisita durante la vita individuale per azione diretta dell'ambiente. Essa può essere innata.

Esaminiamo il primo caso.

Noi ammettiamo che se un individuo di una data specie raggiunge un certo grado di complicazione ciò avviene perchè già nelle cellule germinali la sostanza vivente che è peculiare di quella specie (il suo idioplasma) ha tale natura che la serie delle reazioni che possono avvenire durante la ontogenesi tra questo idioplasma e l'ambiente basta a portar l'individuo sino a quel certo grado di complicazione. (S'intende che l'indirizzo speciale che prende questa complicazione è variabile da un gruppo all'altro).

Così nel nostro secondo schema *(Schema B)* un individuo della specie *E* ha già nell'uovo *1E* un idioplasma di natura tale che gli permette di raggiungere un grado di complicazione *5,* giunto al quale si potrebbe dire che le sue affinità sono sature; oramai esso rimane in equilibrio coll'ambiente ed ha raggiunto lo stato definitivo.

Ma naturalmente perchè l'idioplasma di una specie dia tutta la serie di reazioni che deve dare, perchè dunque una forma possa raggiungere nel suo sviluppo individuale tutta la complicazione della quale essa è intrinsecamente capace, bisogna che non manchino le necessarie condizioni esterne. Il piombo ha la possibilità di ossidarsi la quale all'oro manca, ma bisogna pure che l'ossigeno sia presente.

Qui spunta fuori il *Senecio aetnensis* dell'amico Buscalioni.

Questa composita propria dell'alto Etna conserva anche allo stadio adulto le foglie intere quali si trovano solo in stadii giovanili in altri *Senecio* del piano (per esempio, nel *Senecio incisus*) che allo stadio adulto hanno foglie pinnatofesse. Il *Senecio aetnensis* trasportato in basso assume (così afferma il Buscalioni) i caratteri del *Senecio incisus.*

Il Buscalioni suppone che da primitivi *Senecio* a foglie intere fossero nati per mutazione i *Senecio* a foglie pinnatofesse, uno dei quali sull'alto Etna ritorna per neocarpia alla forma primitiva diventando il *Senecio aetnensis.*

Pur ammettendo la prima parte di questa genesi, secondo la nostra interpretazione il *Senecio aetnensis* sarebbe semplicemente un *Senecio* comune, forse un *Senecio incisus,* che sull'alto Etna non trova le condizioni necessarie per compiere tutta l'evoluzione ontogenetica di cui questa specie è capace, e perciò, per sviluppare le foglie pinnatofesse; ma non per questo esso muta specie e ritorna indietro nella via dell'evoluzione filogenetica, non per questo il suo idioplasma è ridiventato quello d'una specie più primitiva la quale non avesse ancora la capacità intrinseca di andare nella sua evoluzione ontogenetica oltre allo stadio a foglie intere.

Segue da ciò che non si tratta qui che di una reversione apparente e che in essa a torto crede il Buscalioni (pag. 26) di ravvisare un'eccezione alla legge della stabilità delle specie nate per mutazione.

Ma sopratutto segue da ciò che quando il Buscalioni ci dice (pag. 20, in nota che il *Senecio aetnensis* è una delle tante prove botaniche in favore della potenzialità filogenetica delle forme neoteniche egli ci induce a pensare che se le altre prove non sono migliori di questa esse sostengono molto timidamente la sua tesi.

Mutatis mutandis, quanto abbiamo detto pei *Senecio* si applica ai moltissimi casi di neotenia o progenesi vegetale od animale che si riconoscano dovuti all'azione diretta dell'ambiente.

Esaminiamo ora l'altro caso, quello in cui la neotenia appare innata, indipendente dalle condizioni attuali dell'ambiente.

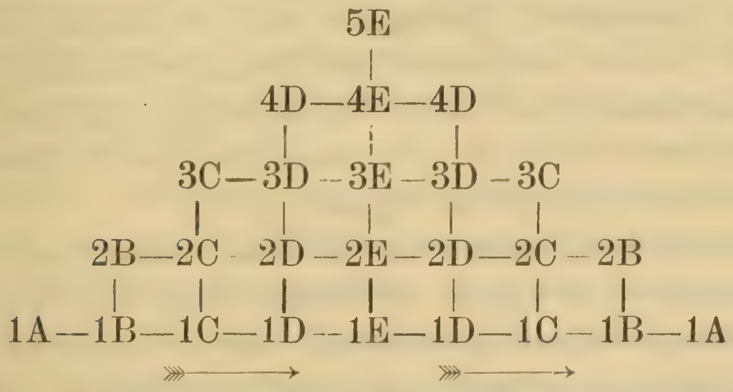
Che la neotenia possa essere innata, e perciò anche ereditaria, non io vorrò negare, e del resto sono in più o meno larga misura ereditarie molte anomalie più o meno affini ad essa le quali vanno sotto il nome di arresti di sviluppo, atavismi, pelorie, ecc..

Vediamo dunque se almeno per questo caso rimane in piedi l'affermazione che le forme neoteniche siano da considerarsi come forme che sono ritornate indietro nella via dell'evoluzione e che perciò hanno riacquistato una maggiore capacità filogenetica.

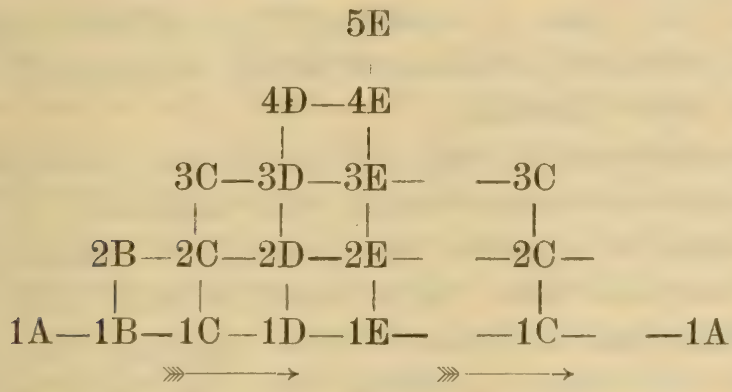
Io non credo che ciò possa essere ed ecco le ragioni pella mia incredulità.

Mi pare che in un caso solo si potrebbe dire che una specie sia tornata indietro nella via dell'evoluzione filogenetica ritornando ad una costituzione più indifferente, più primitiva, nel caso cioè in cui si potesse supporre che il suo idioplasma avesse subìto un'evoluzione retrograda.

Riprendendo il nostro schema *B* noi dovremmo esprimere questa possibilità modificandolo in questo senso (*B'*):


5E
4D—4E—4D
3C—3D—3E—3D—3C
2B—2C—2D—2E—2D—2C—2B
1A—1B—1C—1D—1E—1D—1C—1B—1A

oppure saltuariamente così (*B''*):


5E
4D—4E
3C—3D—3E— —3C
2B—2C—2D—2E— —2C—
1A—1B—1C—1D—1E— —1C— —1A

Dire *a priori* se una tale evoluzione retrograda, graduale o saltuaria, dell'idioplasma sia ammissibile o no noi non lo possiamo; le proprietà dell'idioplasma troppo ci sono ignote.

Ma che nella neotenia non avvenga mai nulla di simile troppi fatti son là per dimostrarlo. Vediamone alcuni.

Neotenia di uno dei sessi: Camerano (1), che fu il primo a notare (1883) che la neotenia, di cui allora si parlava solo a proposito di qualche anfibio, è invece un fenomeno molto più diffuso, emise l'opinione che si possa considerare come neotenia il fatto che nelle femmine predominano i caratteri giovanili, fatto che è spiccatissimo in certi insetti in cui le femmine non raggiungono la forma alata e mantengono per tutta la vita la forma larvale (lucciole, lampiridi fra i coleotteri, *Eterogynis* fra i lepidotteri, ecc.).

---

(1) Camerano L. Intorno alla neotenia (Atti R. Accad. Scienze Torino, Vol. XIX, 1883). Vedi anche di quest'A.: Nuove osservazioni intorno alla neotenia (Ibid. Vol. XX) e: Osservazioni intorno alla neotenia degli insetti (Bull. Soc. Entomol. ital., anno XVII, 1885). Infine: Ricerche intorno alla vita branchiale degli anfibi (Mem. R. Accad. Scienze Torino, Sez. II, T. XXXV, 1883).

Il Boas ha obbiettato, per quanto riguarda gli insetti, che la mancanza di ali nelle femmine non implica neotenia potendosi essere prodotta gradatamente come l'atrofia progressiva di qualsiasi altro organo.

Tuttavia l'obbiezione, se può aver valore, per esempio, per la lampiride in cui la femmina, salvo la mancanza di ali, è molto più simile al maschio che non alla larva, si applica difficilmente ad altri casi, per esempio, a quello dell'*Eterogynis paradoxa* la cui femmina è così spiccatamente larviforme. Del resto la neotenia di un sol sesso è ammessa anche dal Boas che considera come neotenico il maschio larviforme della *Bonellia*.

Ma comunque si vogliano classificare questi fenomeni, si considerino essi come casi di vera neotenia o li si faccia rientrare solo nel concetto più generale di epistasi (Jaekel 1902 (1)), rimane il fatto che in molti animali l'uno dei sessi (più generalmente la femmina) non raggiunge più la struttura tipica dell'adulto, struttura che, come nota opportunamente il Camerano, spesso invece si raggiunge in specie vicine.

Ora possiamo forse dire che in simili casi si abbia un ritorno indietro sulla via dell'evoluzione? Sulla via dell'evoluzione ontogenetica sì, questo è innegabile, ma non su quella dell'evoluzione filogenetica. In fin dei conti il maschio e la femmina della *Bonellia,* per quanto dimorfi, appartengono pur sempre alla stessa specie; il loro idioplasma specifico rimane identico.

---

(1) Jaekel O Ueber verschiedene Wege phylogenetischer Entwickelung. (Verhandl. d. V. internat. Zoologen-Congresses zu Berlin. Jena, 1902).

Neotenia non fissata. — La massima parte dei casi di neotenia generale (o meglio di progenesi) che ci sono noti non sono fissati, cioè entro la stessa specie ci sono individui che diventano sessuati senza raggiungere il loro completo sviluppo ed altri che invece lo raggiungono.

Abbiamo dunque dei giovani sessuati e degli adulti sessuati; ma giovani e adulti, come maschi e femmine, di una stessa specie han pur sempre lo stesso idioplasma specifico e molte volte si può vedere che secondo le circostanze esterne lo stesso individuo può restare neotenico o raggiungere tutto il suo sviluppo.

Neotenia per arresto a stadii cenogenetici. — Altri esempi di neotenia che non significhi, nemmeno apparentemente, un ritorno a condizioni filogenetiche più antiche, più primitive, ce li offrono i tanti casi in cui lo stadio al quale si arresta l'individuo neotenico è uno stadio puramente « cenogenetico ».

Rientrano qui forse tutte le neotenie degli insetti (comprese le già citate) ed altre molte.

La larva di un coleottero o di un lepidottero rappresenta uno stadio ontogenetico cui manca qualsiasi riscontro nella filogenesi; non vi fu mai una forma progenitrice che avesse una struttura anche superficialmente simile. Codesta larva è altrettanto recente quanto l'adulto. Se anche in un coleottero od un lepidottero entrambi i sessi si riproducessero allo stato larvale, essi non sarebbero perciò ritornati ad uno stadio filogeneticamente più antico.

Lo stesso si dica della larva o della pupa dei ditteri. Boas considera come neotenia il caso di certi *Chironomus* che, secondo i dati un po' dubbii del Grimm, si potrebbero riprodurre allo stadio di pupa ed il caso (che anch'esso è propriamente un caso di pedopartenogenesi) di certi cecidomidi (*Miastor*) i quali si possono riprodurre allo stato di larva. Ma se anche la forma adulta in queste specie finisse per non raggiungersi più, se dunque si avesse una neotenia fissata, ciò non significherebbe affatto un'evoluzione retrograda dell'idioplasma.

In tutti i casi in cui la forma larvale non ricorda forme di antichi progenitori ma è d'apparizione recente un'evoluzione retrograda che avesse riportato l'idioplasma alla costituzione che esso aveva in forme più antiche non avrebbe potuto sopprimere la forma adulta senza sopprimere con lo stesso colpo anche la forma larvale.

E quello che è vero per l'intero organismo vale anche per singoli organi. Così nello sviluppo ontogenetico dei denti abbiamo prima una cresta dentaria, poi denti nascosti, poi denti scoperti. Naturalmente nello sviluppo filogenetico i denti sono sempre stati scoperti. Una neotenia per la quale i denti si fermassero allo stato di cresta dentaria non riprodurrebbe una disposizione antica.

Neotenia di singoli organi. — Altro indizio che la neotenia non riposi su una evoluzione retrograda dell'idioplasma e perciò non significhi ritorno a condizioni più antiche mi pare essere dato dal fatto che spesso la neotenia non interessa che qualche organo.

Di queste neotenie una lunga serie se ne trova citata nel lavoro del Boas (1). A me pare che un'evoluzione retrograda dell'idioplasma non avrebbe potuto riportare un organo ad uno stato veramente più primitivo senza riportare ugualmente ad uno stato più primitivo tutto quanto l'organismo.

Presento un'obbiezione: qualcuno accenna a ricordarmi che ci son pure coloro i quali negano che l'idioplasma sia « monotono » ed ammettono che le « determinanti » delle singole strutture possano variare separatamente. Per costoro la neotenia di singoli organi sarebbe spiegabile con un'evoluzione retrograda parziale dell'idioplasma.

Io mi guarderò bene dall'andarmi a cacciare in un vespaio così pericoloso come è quello della costituzione omogenea od eterogenea dell'idioplasma ; del resto non ce n'è bisogno.

Io dico solamente che, se anche l'idioplasma è composto di « determinanti » capaci di variare separatamente, queste variazioni parziali, per quanto ci appare nei fenomeni della neotenia, non mostrano di essere retrograde, tali cioè da riportare veramente un organo ad uno stato filogeneticamente più primitivo.

---

(1) Taluni degli esempi citati dal Boas non si riferiscono tuttavia a neotenia vera. Vedi su ciò l' « Appendice » alla presente nota.

Un *Triton alpestris* può, per neotenia, conservare allo stato adulto le branchie, ma queste branchie sono quelle di una moderna larva di *Triton,* non quelle di un primitivo perennibranchiato. Già è ammesso ora generalmente che, i primi anfibi eran già forme le quali, almeno allo stato adulto, eran terragnole. Per trovare una primitiva forma perennibranchiata bisogna dunque discendere più in basso, fra ignote forme ittioidi progenitrici comuni degli anfibi e di tutti i verbrati terrestri le quali chi può sapere che branchie avranno avuto ?

È la stessa questione che si fa per il cosidetto « atavismo ». Un frontale umano che nell'adulto si conservi bipartito ricorda per questo fatto il frontale di mammiferi inferiori ma del resto conserva tutti i caratteri di un frontale umano.

Anche la peloria, così nota ai botanici, si presta a considerazioni simili Una *Linaria vulgaris* pelorica cambia la sua corolla personata in una corolla regolare e così ci ripresenta una disposizione più primitiva, ma, a parte ciò, la corolla conserva il suo carattere specifico e non riprende i caratteri d'una specie più antica ; come nota il De Vries, progenitori coi caratteri della *Linaria vulgaris* ma con fiori regolari non sono certo mai esistiti.

Per tutte queste ragioni mi pare ben fondata l'affermazione sopra enunciata che nella neotenia non si ha una evoluzione retrograda dell'idioplasma (come quella supposta nei nostri schemi *B'* e *B'',* pag. 9). Ora, come già abbiamo detto, è solo mediante una simile evoluzione che si potrebbero produrre forme le quali veramente siano ritornate ad uno stato filogeneticamente più primitivo.

Con tutto ciò io non mi faccio l'illusione che le mie conclusioni debbano sembrare a tutti tanto fondate come sembrano a me. Dunque prendiamo pure la questione anche da un altro verso.

⁂

Cercando di mostrare che le forme neoteniche non sono forme ritornate indietro sulla via dell'evoluzione il mio scopo era di concludere che codeste forme non avevano perciò riacquistato una maggiore potenzialità filogenetica.

Ma precisamente i miei oppositori (e fra essi il Prof. Buscalioni) mi sostengono che della notevole capacità filogenetica delle specie neoteniche si hanno molti esempi.

Naturalmente se questa affermazione fosse esatta tutti i bei ragionamenti che ho fatto dianzi andrebbero in fumo.

Non credo di mostrarmi troppo esigente se, come prove a posteriori che mostrino come le forme neoteniche abbiano una capacità filogenetica un po' notevole, io pretendo che mi si citino gruppi interi cui si possa con molta verosimiglianza attribuire una siffatta origine.

Di fatto simili esempi sono stati citati: si tratta di vedere che cosa valgano.

⁂

In zoologia molti sono i gruppi cui venne attribuita un'origine neotenica, ma si tratta di ipotesi le quali l'una dopo l'altra sono andate rovinando.

Pei *rotiferi* l'ipotesi (emessa dal Lang) di un'origine neotenica è stata combattuta dal Tessin (1886), dallo Zelinka (1892 e dall'Eisig (1898); lo stesso Boas (1896) non osa decidersi in suo lavoro e dichiara di lasciar aperta la questione. Il Lang (1) sostiene ancora la sua ipotesi, ma mi sembra che sia ormai rimasto solo.

I *tardigradi* sarebbero, secondo il Kennel, larve neoteniche di insetti; nessun altro autore ha seguito quest'opinione che il Boas respinge, se non come impossibile, almeno come molto inverosimile. (Pare anche a me!)

Il genere *Dinophilus* è il solo fra gli *anellidi* cui sia stata attribuita un'origine neotenica. (Non parliamo delle

---

(1) Lang A. Beiträge zu einer Trophocöltheorie. Jena, 1903.

Ophryotrocha e forme simili la cui neotenia si riduce alla conservazione dei cingoli larvali di ciglia). Ma realmente i *Dinophilus*, che furono considerati ora come rotiferi, ora come turbellari, sembrano essere anellidi con caratteri larvali, conclusione cui viene pure nel suo recente lavoro il Nelson (1).

Quest'unico esempio non è proprio favorevole all'ipotesi del potere filogenetico delle forme neoteniche perchè non si tratta qui di forme che abbiano riacquistato un carattere primitivo; si tratta di forme cui l'incompleto sviluppo di molte parti dà un carattere degenerativo, evidente sopra tutto nei minuscoli maschi atrofici e privi di canal digerente che si trovano in metà delle specie di *Dinophilus*.

Per i *molluschi* non trovo che si sia attribuita un'origine neotenica altro che ai *Peltidae (Runcinidae)* e ciò da parte del Mazzarelli (2) che scrive « . . . con tutta probabilità ci siamo imbattuti nelle *Peltidae* in uno di quei non rari casi in cui conviene applicare il concetto, principalmente sostenuto dal Grassi, della maturità sessuale di alcune larve le quali finiscono col non raggiungere più lo stato adulto. E io credo appunto attualmente che le *Peltidae* non siano che larve di tectibranchi, assai vicine ai pleurobranchi, diventate sessualmente mature e naturalmente alquanto differenziate ».

Si tratta di un gruppo minuscolo comprendente un solo genere con poche specie. L'opinione citata del Mazzarelli non è quella del Vayssière nè del v. Jehring, nè del Pelseneer che ancora recentemente (1906, nel vol. « Mollusca » del R. Lankester: Treatise of zoology) mette i *Runcinidae (Peltidae)* nella tribù I (*Bullomorfa*) dei tectibranchi, mentre mette i pleurobranchi (cui secondo il Mazzarelli dovrebbero essere affini i *Runcinidae*) nella tribù III (*Pleurobranchomorphæ*) del medesimo gruppo.

---

(1) Nelson S. A. The morphology of *Dinophilus Conklini*. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, Vol. LIX, 1907.

(2) Mazzarelli G. Note sulla morfologia dei Gasteropodi tectibranchi (Biolog. Centralbl. Bd. XIX, N. 18, Erlangen, 1900).

Per gli *entomostraci* il Silvestri ha detto recentemente [1] che « . . . vanno considerati come forme secondarie e non primitive, forme che per speciali adattamenti o arresto di sviluppo » (dunque per una specie di neotenia) « sono diventate adulte con un numero di segmenti minore di quello caratteristico della classe a cui appartengono ».

Perchè poi? L'autore non lo dice, ma ci vuol poco a capirlo.

Il Silvestri era venuto alla conclusione che gli insetti ed i crostacei derivassero da un progenitore comune avente un tronco di 14 segmenti, considerando anzi che a condurre alla detta conclusione sarebbe sufficiente *anche da solo* il fatto che gli insetti ed i crostacei [veramente solo i malacostraci superiori ai leptostraci] hanno un tronco di 14 segmenti (compreso il *telson*).

Ora 14 segmenti nel tronco non li hanno gli entomostraci ed allora il Silvestri si è sbarazzato elegantemente di questa sottoclasse nel modo suddetto. Si tratta dunque di una pura ipotesi fatta per salvarne un'altra.

Del resto entrambe le ipotesi si sostengono male.

Si può notare, per esempio, che fra gli entomostraci i fillopodi hanno un tronco fatto di molti più segmenti che non quello dei malacostraci.

Si può ancora osservare che entomostraci già molto modificati, cioè ostracodi (*Leperditia, Primitia, Beyrichia*) si trovano già nel cambriano inferiore e sono fra i più antichi fossili che si conoscano, mentre per trovare resti di malacostraci aventi probabilmente un tronco di 14 segmenti *(Palaeopalemon)* bisogna attraversare tutto il resto del cambriano, tutto quanto il siluriano e salire al devoniano superiore.

Ma c'è di peggio: tra gli stessi malacostraci i leptostraci viventi *(Nebalia)* hanno ancora un tronco di 15 segmenti. Naturalmente il Silvestri ha dovuto considerare questa forma come nata anch'essa dai malacostraci tipici ma non più per riduzione ma bensì per duplicazione d'un seg-

---

(1) Silvestri F. (In: Berlese. « *Acari, myriapoda et scorpiones* ») *Classis Diplopoda,* Vol. I. *Anatome,* pag. 153-157. Portici, 1903.

mento. Ma tutti sono d'accordo per considerare i leptostraci come i malacostraci più primitivi. Inoltre son quasi certamente leptostraci anche i fossili fillocaridi che avevano segmenti in numero anche maggiore della *Nebalia* e che risalgono fino al cambriano. Senza contare che della duplicazione normale di segmenti non c'è esempio in nessuno degli artropodi superiori (insetti, malacostraci, aracnidi, merostomi).

Con tutto ciò è probabile che gli entomostraci con pochi segmenti siano derivati da altri che ne avevano in numero maggiore ma tali riduzioni numeriche, comunissime nel regno vegetale e nell'animale, non implicano necessariamente neotenia.

Aggiungo che fin dal 1892 il Bernard (1) aveva già fatto derivare i copepodi e gli ostracodi da larve di altri crostacei. Lo stesso Boas chiama « *phantasievoli* » il modo con cui quest'autore tratta tale questione e si limita ad emettere l'opinione che con qualche verosimiglianza si possa tenere per neotenico qualche carattere dei copepodi e che la origine degli ostracodi da larve di altri crostacei non si possa proprio scartare senz'altro.

Dell'origine neotenica degli *Acari* proposta pure dal Bernard e respinta dallo stesso Boas non è il caso di parlare.

Appendicolarie. — Sono il vero cavallo di battaglia dei neotenisti. Che codesti tunicati possano essere larve neoteniche di ascidie è infatti opinione che fu giudicata più o meno probabile da parecchi zoologi e fra i botanici tanto il Diels quanto il Buscalioni ricordano specialmente questo caso.

Ebbene anche quest'opinione va cadendo e si tende sempre più a considerare le appendicolarie come forme molto modificate dalla vita pelagica ma non derivate da forme fisse come sono le ascidie.

Anche recentemente (1907) l'Ihle (2), noto conoscitore del gruppo, scrive: « Infine vorrei rilevare espressamente che l'opinione sostenuta ancora recentemente che le appendicolarie siano larve neoteniche di ascidie mi sembra interamente sbagliata (*eine durchaus verfehlte*) ».

---

(1) Citato in Boas, 1896.

(2) Ihle J. E. W. Ueber den Endostyl und die systematische Stellung der Appendicularien (Zool. Anzeiger, Bd. XXXI, 1907.

Egli rileva sopratutto:

Che la concordanza fra la struttura delle appendicolarie e quella delle larve di ascidie è affatto superficiale e non esclude profonde differenze, per esempio, nella disposizione del sistema nervoso;

Che le appendicolarie han sempre un paio solo di aperture branchiali mentre le larve di ascidie ne hanno due o tre paia;

Che l'ano e lo spazio peribranchiale nelle appendicolarie conservano la primitiva posizione ventrale mentre in rapporto con una precedente vita sedentaria quella posizione dovrebbe essere dorsale come è nelle larve di ascidie.

Per conto mio vorrei ancora ricordare che, mentre si crede che il mantello delle appendicolarie sia spiegabile solo con una anteriore vita fissa e perciò sia derivato da quello delle ascidie, quel mantello, a differenza di quest'ultimo, non è formato di cellulosa e pare manchi di elementi cellulari immigrati.

Già il Boas non si nascondeva le difficoltà che offre il voler spiegare con la neotenia l'origine delle appendicolarie, finiva tuttavia per trovare un argomento che gli pareva decisivo in una certa appendicolaria descritta da Moos (1871) la quale avrebbe non due semplici spiracoli ma delle branchie simili a quelle dei *Doliolum* (il che risponderebbe ad una delle suesposte obbiezioni).

Si sa ora che si trattava di un errore. Le pretese branchie di quell'appendicolaria non sono che pettini sporgenti dagli orli opposti di un unico paio di orifizi branchiali; la loro funzione è quella di sostituire il mancante endostilo. Tale disposizione è caratteristica del gen. *Kowalevskya*.

Cefalocordati. — A. Dohrn (1) già nel 1875 considerava gli *Amphioxus* (*Branchiostoma*) come derivati da larve

---

(1) Dohrn A. Der Ursprung der Wirbelthiere. Leipzig, 1875.

(*Ammocœtes*) di lamprede che fossero divenute sessuate senza più raggiungere la forma adulta; si sarebbe trattato di neotenia o meglio di progenesi (le due parole non erano ancora state inventate). Anche il Grassi (1896) sospettava che l'*Amphioxus* fosse una larva sessualmente matura [1]. Non ho più trovato sostenitori più recenti di tale opinione che è stata abbandonata anche in vista del carattere così primitivo dello sviluppo embrionale dei cefalocordati.

Perennibranchiati. — Già nel 1899 io avevo scritto: « . . . non si tratta qui di un gruppo di animali derivati da un antenato neotenico, ma sibbene di specie in cui tale neotenia si è prodotta isolatamente, come in determinate circostanze si produce nel *Triton alpestris* e nell'*Amblystoma* ». Vedo ora che il Gadow (1901) dice appunto che « the varions perennibranchiate genera do not form a natural group, but are a heterogeneous assembly » [2].

Fra i perennibranchiati non si possono più collocare gli anfiumidi (*Amphiuma means, Cryptobranchus alleghaniensis, Megalobatrachus maximus*) che adulti perdono le branchie conservando solo eventualmente qualche fessura branchiale.

Se ne devono pure escludere i salamandridi neotenici, cioè, fra gli amblistomatini gli amblistomi di cui in qualche specie certi individui rimangono allo stato larvale di *Siredon* o axolotl, e fra i salamandrini alcuni *Triton* la cui neotenia si riduce alla conservazione delle branchie per parte di alcuni individui.

Rimangono dunque fra i perennibranchiati veri, cioè fra quelli in cui tutti gli individui conservano le branchie, poche specie, cioè: tra i proteidi *Necturus maculatus (Menobranchus lateralis)*, *Proteus anguinus* e *Typhlomolge Rathbuni*; fra i sirenidi: *Siren lacertina* e *Pseudobranchus striatus.*

Totale cinque sole specie appartenenti a cinque generi diversi distribuiti in due famiglie. Altro che potere filogenetico! Si tratta qui di forme antichissime, come lo mostra fra altro la distribuzione geografica (dei due proteidi l'uno fu trovato nei pozzi artesiani del Texas e l'altro vive nelle grotte della Carniola) le quali riuscirono a mantenersi in vita senza mai più dare origine a nuove specie.

---

[1] Grassi B. Metodi e Fini della Morfologia (Supplemento al « Policlinico », anno 1896, Roma).

[2] Gadow H. Amphibia and Reptilia (Cambridge Nat. Hist. ; Vol. VIII) London, 1901.

E ancora in questi perennibranchiati non si tratta forse di neotenia totale o progenesi quale la si riscontra (non fissata ma solo individuale), negli axolotl, che diventando adulti subiscono una vera metamorfosi. Qui invece il raggiungimento dello stadio definitivo non richiederebbe forse più altro cambiamento che la perdita delle branchie.

⁂

In conclusione: per quanto riguarda il regno animale, nessuno degli esempi citati a favore dell'origine di singoli gruppi da progenitori neotenici (o meglio progenetici) è riuscito a mantenersi in piedi. Forse rimane un esempio di un genere progenetico contenente più di una specie nel *Dinophilus* ma si tratta di forme di manifesto carattere degenerativo. Possiamo confessarlo: la teoria ha fatto completamente bancarotta.

E pure, se una simile origine di interi gruppi fosse possibile, molti esempi se ne dovrebbero trovare, perchè col mutare delle circostanze soventi dovrebbe essere accaduto che le forme giovanili o larvali fossero più adatte che non le adulte.

Dimostrarlo sarebbe come portare nottole ad Atene, perchè coloro che hanno attribuîto un'origine neotenica ai rotiferi, agli entomostraci, alle appendicolarie ne erano convinti come me ed avrebbero anche trovato naturalissimo che, per esempio, dai coleotteri o dai lepidotteri si fossero originate intere famiglie costituite da bruchi che non raggiungessero più lo stadio d'insetto perfetto o magari che dai protalli delle epatiche o delle felci fossero sorti nuovi gruppi di tallofite.

Tanto meno ho bisogno di dimostrare ciò al Prof. Buscalioni il quale (rinnovando antiche idee del Dohrn crede « che la inettitudine degli organismi inferiori ad evolversi dipende, in gran parte, appunto dalla grande facilità con cui gli stessi possono, ad ogni lieve mutamento nel mezzo, ed in qualunque periodo dell'esistenza, ringiovanire diventando in pari tempo sessualmente maturi ».

Nello scrivere le quali cose il Buscalioni non ha forse pensato che se ciò che egli crede fosse vero la paleontologia e la sistematica sarebbero un tale caos che nessuno ci si raccappezzerebbe più.

Ora ecco i fatti.

Moltissimi animali (celenterati, ecc.) si riproducono, sopratutto allo stato giovanile, per via assessuata, ma in nessuno di essi la forma sessuata è stata soppressa. Del resto questa forma di riproduzione giovanile non è mai stata presa in considerazione in tema di neotenia o di progenesi.

Un numero esiguo di animali si riproducono allo stato larvale per mezzo di ova non fecondate per quella forma di neotenia, o meglio progenesi, che si chiama pedogenesi o più specialmente pedopartenogenesi (distomi, cecidomidi, ecc. ecc.).

Anche queste forme giovanili non sono mai riuscite in alcuna specie a sostituirsi alla più evoluta che si riproduce per ova fecondate e viene ogni tanto ad interrompere la serie delle generazioni partenogenetiche.

Lo stesso si dica della partenogenesi comune, cioè della riproduzione per ova non fecondate la quale avviene in forme non propriamente larvali sebbene spesso ancora piuttosto giovanili (afidi, cinipidi, dafnidi, rotiferi, ecc.).

Un numero anche minore di animali si riproducono allo stato giovanile veramente per ova fecondate ma senza che tale neotenia o progenesi sia fissata. Avviene cioè che sia neotenico solo l'uno dei sessi (es. *Bonellia*) o che siano neotenici certi individui ed altri no, in relazione con date condizioni d'ambiente (axolotl) oppure che tutti gli individui od alcuni di essi dopo essersi riprodotti allo stadio giovanile raggiungano ancora la forma adulta (Salmoni. Qui anche la « dissogonia » della *Bolina* fra gli ctenofori).

È evidente che per tutti i casi sin qui citati non ci è proibito di emettere l'ipotesi che in tutta la specie la forma adulta possa finire per non raggiungersi più e venga sostituita dalla forma giovanile.

Ma, ricordiamolo bene, sarà un'ipotesi affatto gratuita la quale, per ciò che riguarda le specie in cui la riproduzione giovanile non avviene per ova fecondate, è già in disaccordo con i fatti.

Se si pretende di portare prove *a posteriori* a favore di un'evoluzione per mezzo di forme neoteniche non si può stare ai casi dianzi citati per i quali è già ipotesi l'ammettere la possibilità di un passaggio dalla neotenia individuale o transitoria alla neotenia fissata. Si devono portare esempi più concreti di gruppi cui si possa con molta verosimiglianza attribuire un'origine neotenica.

Ora gli esempi un po' attendibili di progenesi (o neotenia generale) fissata, almeno per quanto riguarda il regno animale, si riferiscono tutti a forme isolate e si contano sulle dita.

Anzichè portarci la prova desiderata i fatti ci spingono al contrario a credere che nelle forme giovanili sostituitesi alle adulte la capacità di dar origine a nuove forme è stata praticamente nulla.

Ciò non implica che esse siano diventate immutabili; forse possono ancora aver presentato qualche cambiamento, sopratutto in senso regressivo, ma nessun indizio ci conforta a credere che esse siano mai state il punto di partenza di nuove stirpi.

Certo tutto ciò è contrario a quanto teoricamente pareva lecito supporre, ma i fatti sono questi ed io non ci ho colpa.

Si vede dunque quanta scarsa base avessero i tanti romanzi neotenici che sono stati scritti anche dai migliori zoologi incominciando dal Dohrn che già nel 1875 si appoggiava sulla pedogenesi delle cecidomie per far discendere l'*Amphioxus* dalle lamprede.

Così vanno le cose nella zoologia.

⁂

In botanica il Buscalioni mi assicura che le cose vanno molto meglio. Io, che non son botanico, dovrei credergli in parola. Ma . . . è meglio non fidarsi.

Già mi ispira, *a priori,* poca fiducia la sua frase, che ho più sopra riportata, dove, affermando che il fenomeno della filogenesi per mezzo di forme neoteniche è ormai *accertato* nei vegetali, dice che l'esempio del *Senecio aetnensis* ne è una delle tante prove. Sappiamo già quel che valesse questa prova.

Esistono prove migliori? Confesso che, per quanto io abbia letto attentamente il lavoro del Buscalioni e quello del Diels (1) io non ne ho trovate.

Ho appreso che in diverse specie di piante coltivate furono direttamente osservati casi di fioritura eventualmente precoce, che in molte altre piante in gran parte selvatiche la stessa specie può cominciare a fiorire allo stato di frutice o suffrutice mentre in altri casi può diventare un albero e che in generale in molte specie la fioritura può apparire quando la pianta è giunta a dimensioni molto diverse.

Sopratutto ho trovato interessanti i fenomeni presentati dalle piante a sviluppo eteroblastico nel quale, pel succedersi delle varie forme di foglie, la pianta presenta successivi aspetti (« elicomorfie » di Diels).

Il Diels ha ampiamente documentato il fatto che la fioritura non è sempre legata ad una determinata elicomorfia, per cui in una stessa specie certe forme (individui, varietà o forme locali) sono giovanili o neoteniche rispetto ad altre affini.

Fenomeni simili sono dallo stesso A. citati per talune crittogame, per esempio, per le felci, dove la fruttificazione può eventualmente avvenire in fronde con caratteri più giovanili del consueto, e per le epatiche di cui in qualche rara forma, da considerarsi come « foliosa » il protallo persiste assumendo uno sviluppo predominante tanto da presentarsi come il vero organo vegetativo della pianta.

---

(1) Diels L. Jugendformen und Blütenreife im Pflanzenreich. Berlin 1906.

Troviamo dunque nelle piante un numero notevole di esempi di progenesi o neocarpia), che però in generale non è « fissata ».

Ma come conseguenza veramente legittima dei fatti citati non si può in generale ricavare altro senonchè fra i vegetali parecchie specie sono estremamente polimorfe e possono percorrere o no, secondo circostanze generalmente note e talora ignote, tutta la serie di evoluzione ontogenetica, e specialmente tutta la serie di elicomorfie, di cui la specie è intrinsecamente capace.

Anche qui, come negli animali, quando in una data specie tutti quanti gli individui si arrestano ad uno stadio di sviluppo che si ha ragione di supporre che dai progenitori fosse sorpassato si può parlare di neotenia (o progenesi) fissata.

Tuttavia la questione è un'altra. Si tratta di sapere quali dati abbiamo circa il valore filogenetico di codeste piante neoteniche.

A questo riguardo il Buscalioni non ci offre dati di fatto, ma semplici induzioni.

Il Diels è un po' più esplicito e nel suo capitolo « sull'importanza filogenetica dell'elicomorfia » dopo aver affermato che dette forme neoteniche possono « Phylembryonen neuer Entwickelungsbahnen werden » dice « Das Pflanzenreich scheint manche Beispiele dieses Vorganges zu enthalten ». Prosegue poi ricordando alcuni esempi, scelti evidentemente fra i migliori, ma che mi paiono tutti piuttosto dubbi.

Così egli dice (pag. 110) che ci sono delle specie di *Eucalyptus* a fogliame giovanile delle quali non conosciamo le analoghe fornite di fogliame da adulto e conclude » das sind wohl Abzweigungen fixierter Jugendformen ». Perchè proprio « Abzweigungen »? O non potrebbero essere semplicemente specie indipendenti rappresentanti l'aspetto neotenico di altrettante specie la cui forma perfetta nelle circostanze attuali non si produce o che forse ci è semplicemente ignota?

Ancora egli ci dice (ibid) che il gen. *Angophora* ha molti caratteri spiccatamente giovanili e che tuttavia esso è presentemente « ein selbständiger Formen-Complex der eigene Gliederung erfahren hat ».

Codesto gen. *Angophora* ha caratteri che ricordano le forme giovanili di certi eucalipti (v. anche Diels, pag. 97) ma il Diels non dà alcuna ragione in favore dell'ipotesi che esso rappresenti un gruppo neotenico. È notevole che lo stesso Buscalioni (l. c., pag. 16) consideri invece le *Angophora* come forme primitive dalle quali sarebbero derivati gli eucalipti australiani.

Aggiunge il Diels che in modo simile a quello delle *Angophora* potrebbe *(dürfte)* essersi sviluppato in Australia entro al gen. *Utricularia* il gruppo delle *Limosae.* A pagina 103 egli ne parla più ampiamente notando che il caso è parallelo a quello del gen. *Phylloglossum* che egli ritiene (contro Treub) essere una forma giovanile di *Lycopodium.*

Noto tuttavia che in questa stessa pagina 103 egli si limita poi a dire che tanto le utricolarie *limosae,* quanto il *Phylloglossum* non sono necessariamente da considerarsi come relitti filogeneticamente primitivi ma che potrebbero tenersi « mit gleichem Rechte » come « Epharmosen » o adattamenti più recenti. Anche a pagina 113 egli ripete che il *Phylloglossum* può « ebensogut » aver preceduto fileticamente i *Lycopodium* come esserne più recente.

Nel rimanente del testo di Diels si citano sempre esempi di neotenie isolate, mai di gruppi cui si possa attribuire un'origine neotenica.

Tutto ciò è ben poco, troppo poco. Finchè non mi si trovi di meglio io sono costretto a ritenere che in botanica le cose non vanno altrimenti che in zoologia, che anche nel regno vegetale gli esempi noti di neotenia generale (o progenesi) fissata sono estremamente rari e che manca anche qui qualsiasi prova un po' attendibile che mostri che a tali forme spetti un potere filogenetico un po' notevole.

Anche qui non si tratta che di induzioni. Simili induzioni, che sembravano ragionevolissime, erano già state fatte dagli zoologi e li avevano condotti ad attribuire un'origine neotenica a parecchi gruppi, ma poi l'uno dopo l'altro tutti questi esempi si sono mostrati insussistenti L'esempio di ciò che è avvenuto in zoologia dovrebbe consigliare ora ai botanici la massima prudenza.

⁂

Dopo tutto ciò io credo di poter coscienziosamente concludere che nè la zoologia, nè la botanica ci offrono fatti tali che valgano *a posteriori* a distruggere i nostri precedenti ragionamenti (pag. 3-13) i quali tendevano a dimostrare:

1.° Che la neotenia non dipende da una evoluzione retrograda dell'idioplasma.

2.° Che essa riporta gli organismi a condizioni solo ontogeneticamente, ma non filogeneticamente, più antiche.

3.° Che perciò essa non restituisce agli organismi quella maggior potenzialità filogenetica della quale godono le forme più primitive rispetto a quelle più evolute.

E, se quei fatti contrari non sussistono o almeno sono incertissimi, io domando che mi si faccia l'onore di esaminare con calma i suddetti ragionamenti e mi si dica in che cosa essi sono sbagliati.

⁂

Poche pagine ed ho finito.

In favore della capacità filogenetica delle forme neocarpiche o progenetiche il Buscalioni fa anche valere un altro genere di argomenti.

Egli dice (pag. 18): « Sta intanto il fatto che l'organismo giovane è assai più ricco di energie latenti di uno adulto, d'onde ne deriva che se lo stesso è in grado di riprodursi riuscirà a dare una prole quanto mai plastica e atta a mutarsi in conformità con le variazioni cui può andar soggetto il mezzo che la circonda. Di qui l'insorgere di nuovi tipi da questo ceppo di organismi già sessuati in piena gioventù ».

Ora codesto « insorgere di nuovi tipi » è puramente ipotetico ma la plasticità giovanile rimane pur tuttavia un fatto che niun penserebbe a negare. Quale dunque rimane il risultato di tale plasticità ?

Da tutto quanto precede noi siamo condotti a concludere che codesta plasticità non ha nulla che vedere con la origine ignota delle vere « variazioni filogenetiche », che insomma il suo risultato si mantiene nei limiti del cosidetto « polimorfismo » (limiti che del resto sono amplissimi come, per ciò che riguarda le piante, rileva espressamente il Diels).

Verso tale conclusione si era già sospinti da molti altri fatti ; mi limiterò a ricordarne uno cui altra volta (1899) ho troppo brevemente accennato.

Molti animali escono dall'ovo (o dall'utero materno) in forma quasi definitiva, mentre altri prima di raggiungere l'aspetto definitivo vivono liberamente e più o meno a lungo in forma giovanile o veramente larvale.

È evidente che in questi ultimi la « plasticità giovanile » ha lungamente agio di estrinsecarsi in rapporto con l'ambiente, mentre negli altri ciò non avviene.

Ebbene, noi vediamo che il potere filogenetico degli animali a sviluppo diretto non è punto minore (*coeteris paribus*) di quello degli animali a sviluppo indiretto.

Fra i vertebrati, i pesci e gli anfibi si svolgono in generale in libero contatto con l'ambiente esterno, mentre i rettili, uccelli e mammiferi si svolgono segregati dall'ambiente, chiusi nel guscio dell'uovo o dentro l'utero materno, eppure queste ultime tre classi sono altrettanto ricche di forme svariate quanto le due prime.

Le stesse cose si vedono paragonando un gruppo qualunque (meglio un genere o una famiglia) di animali con sviluppo indiretto con un gruppo equipollente di animali con sviluppo diretto. (S'intende che i gruppi paragonati devono essere relativamente affini e non avere elevatezza organica troppo diversa perchè altrimenti entrano in gioco coefficienti capaci di mascherare il risultato del paragone.

Certo l'avere uno sviluppo più o meno interamente diretto non impedì, come ai vertebrati superiori, nemmeno ai tricladi e nematodi, agli oligocheti ed irudinei, ai molluschi polmonati e cefalopodi, agli aracnidi, ai miriapodi e a molti gruppi di insetti di svolgere i più svariati adattamenti. Si pensi, per esempio alla multiformità degli ortotteri la cui metamorfosi si limita all'apparizione delle ali e che del resto escono dall'ovo sforniti di qualsiasi « plasticità ».

Tutto ciò dimostra che l'influenza della plasticità giovanile nella formazione delle vere specie è praticamente nulla perchè altrimenti essa avrebbe dovuto dare un potere filogenetico soverchiamente maggiore alle forme che durante il loro sviluppo non erano segregate dal mondo esterno.

Le meravigliose trasformazioni subìte da tanti gruppi senza che l'organismo quando aveva una plasticità un po' notevole non avesse mai chiesto all'ambiente (rappresentato qui solo dal vitello dell'ovo ecc.) altro che i materiali necessarii per la sua costituzione parlano eloquentemente in favore delle teorie naegeliane dell'evoluzione determinata essenzialmente da cause interne.... Ma prima che tali idee, benchè già antiche, riescano a vincere l'evoluzionismo « ortodosso » molto tempo dovrà ancora trascorrere.

Però io mi riterrò già fortunato se chi ha avuto tanta pazienza da leggere tutte queste pagine vorrà considerare come resa sufficientemente plausibile la mia conclusione che *i fenomeni della progenesi e, in genere, della neotenia, rientrano nel grande quadro del polimorfismo e non significano un ritorno dell'evoluzione verso stati fileticamente più antichi e realmente più indifferenti.*

APPENDICE

Nel suo noto lavoro « Ueber Neotenie » (1896) il Boas confonde talora sotto il nome di neotenia due fenomeni interamente diversi cioè la neotenia vera (in senso lato, includente anche la progenesi) e le regressioni filogenetiche con andamento neotenico.

Tale confusione non riguarda i casi in cui la neotenia interessa tutto l'organismo presentandosi come risultato di una riproduzione che avvenga in uno stadio precoce (progenesi); essa riguarda solo la neotenia in senso stretto, cioè quella che interessa solo i singoli organi.

Ricordiamo che Boas definisce la neotenia (in senso lato) « eine Persistenz einzelner oder mehrerer Charaktere, welche bei Formen von denen die betreffenden Thiere abstammen, im jugendlichen oder embryonalen Zustande, nicht aber beim erwachsenen, geschlechtsreifen Thiere vorhanden waren ».

Ora il fenomeno descritto in codesta definizione (che è troppo vaga) può avere due cause fondamentalmente diverse.

Nel caso della progenesi e nei casi tipici di neotenia di singoli organi (per esempio in quello fondamentale della conservazione delle branchie in certi Triton) si tratta di polimorfismo, cioè di un fenomeno non dovuto ad una modificazione dell'idioplasma specifico.

In altri casi si tratta invece di regressioni aventi andamento neotenîco, regressioni tuttavia realmente filogenetiche.

Infatti l'evoluzione filogenetica può avere un indirizzo regressivo cioè apparire come ritorno ad uno stato più semplice (sebbene non realmente più indifferente e far sì che un organo si riduca o anche finisca per scomparire.

L'ordine di questa regressione può essere vario e appunto può anche essere tale che la regressione avvenga in senso inverso dello sviluppo ontogenetico, cioè che un organo nella serie dei tempi vada successivamente arrestandosi a stadii di sviluppo sempre più precoci.

Rientrano in questi fenomeni di regressione più casi citati dal Boas. Ricordiamo, per esempio, quello delle patelle ed altri molluschi i quali hanno occhi aperti benchè probabilmente i progenitori di quei molluschi avessero già occhi chiusi e perciò più evoluti. Ricordiamo ancora quello delle emidi (in senso lato) il cui dermascheletro è ridotto rispetto a quello di altri chelonii più antichi.

Se i casi tipici di neotenia sono puri fenomeni di polimorfismo noi non possiamo far rientrare nel concetto di neotenia anche codeste lente regressioni filogenetiche che necessariamente dipendono da una *mutazione* dell'idioplasma.

Quando ciò fosse i casi di neotenia fissata non si conterebbero più, perchè se è neotenia la regressione del dermascheletro dei chelonii non si vede perchè non lo debba essere la regressione dei denti in tanti mammiferi, negli uccelli ecc., la regressione della conchiglia in tanti molluschi e così via dicendo.

Certo che a primo aspetto può sembrare strano il voler attribuire due cause fondamentalmente diverse a fenomeni apparentemente così simili fra loro, ma l'agire diversamente equivarrebbe a confondere insieme i rapidi processi della ontogenesi con le millenarie evoluzioni della filogenesi.

Istituto di Zoologia, Anatomia e Fisiologia comparate della R. Università di Cagliari
diretto dal Prof. Ermanno Giglio-Tos

Dott. **Leopoldo GRANATA**

Le divisioni degli spermatociti di " Xylocopa violacea „ L.

(Tav. XXI e XXII)

Gli interessanti fatti, posti in luce dalle ricerche di Meves (7 e 9) sulla spermatogenesi dell'ape, hanno vivamente attratta l'attenzione dei biologi sulla questione della maturazione delle cellule sessuali degli Imenotteri, in relazione agli importanti problemi che vi sono annessi sulla partenogenesi e la riduzione cromatica.

È noto come Meves, per le cellule germinative maschili dell'ape, rivelasse un modo di maturazione affatto speciale, caratterizzato: 1.° dalla mancanza della riduzione a metà del numero dei cromosomi prima della maturazione; 2.° dal fatto che, delle due divisioni di maturazione, una sola interessa il nucleo dividendo i cromosomi equazionalmente.

In tal modo il numero dei cromosomi degli spermatogonî — sedici — viene a passare non ridotto negli spermatociti e negli spermatidî.

La spiegazione di questo — come Meves stesso dice — deve ricercarsi nel fatto che il maschio deriva da un uovo partenogenetico che ha emesso i due globuli polari. Le cellule sessuali dell'embrione derivante da questo uovo debbono evidentemente contenere la metà della quantità normale di sostanza cromatica.

I sedici cromosomi che Meves conta negli spermatogonî rappresentano quindi il numero ridotto.

Petrunkewitsch (11 e 12), studiando l'ovogenesi dell'ape, trova nel primo fuso di direzione sedici cromosomi che si dividono equazionalmente; la 2.ª divisione li divide in due gruppi di 8. Nell'embrione derivante dall'uovo partenogenetico le cellule sessuali poi prenderebbero origine da una sorta di copulazione dei nuclei di direzione, « Richtungscopulationkern ». derivante dall'unione del 2.º globulo polare con una metà del 1.º. Questo nucleo di copulazione verrebbe così a ricostituire la quantità normale di cromatina e il numero normale — sedici — di cromosomi.

Nel 1.º fuso di segmentazione delle uova fecondate si contano poi — secondo Petrunkewitsch — 16 cromosomi.

Giglio-Tos (3) fin dal 1903, quando apparve la prima comunicazione di Meves, fece notare l'evidente contradizione che esisteva fra i dati dei due Autori.

Meves discute questa contradizione, giacchè « siano — come egli dice (9) — confermate o no le osservazioni di Petrunkewitsch, il fatto che le cellule sessuali hanno, secondo questo Autore, 16 cromosomi, coincide con quanto egli ha rilevato dalle sue osservazioni su gli spermatogoni ».

Il dato di Petrunkewitsch poi, che trova 16 cromosomi nel 1.º fuso di segmentazione, deve essere, secondo Meves, inesatto.

I risultati di quest'ultimo sono stati in questi ultimi tempi validamente confermati da altre ricerche.

Meves trovò che le divisioni degli spermatociti dell'ape si compiono come per una sorta di emissione di globuli polari; il 1.º di questi è costituito di solo citoplasma; il 2.º, costituito dalla metà del nucleo e di poco citoplasma, degenera, e così, invece di quattro, come avviene nel caso generale, un solo spermatide è funzionale e si trasforma in spermatozoo.

Studiarono la spermatogenesi dell'ape anche Mark e Copeland (5) e Doncaster (2 e 2 bis).

Le ricerche di Meves e Duesberg (10) sulla *Vespa crabro* rivelarono per questa un diverso comportamento. Il 2.º spermatocito — dopo la separazione del globulo di citoplasma — si divide in questo caso come per una cariocinesi normale, così che si hanno, invece di uno, due spermatidî funzionali.

Questo è confermato dalle osservazioni di Mark e Copeland (6) sulla *Vespa maculata* e lo stesso, dietro le indicazioni di Meves, trovò Lams (4) per la formica *(Camponotus herculeanus)*.

Debbo inoltre rammentare che ultimamente v. Baehr (1) studiando la maturazione delle cellule sessuali degli Afidi, trovò, nella spermatogenesi di *Aphis saliceti*, alcuni fatti che egli stesso mette in relazione con quanto è stato osservato negli Imenotteri.

Secondo von Baehr la 1.ª divisione degli spermatociti di *Aphis saliceti* (numero normale di cromosomi 5, cioè 4 + eterocromosoma) conduce alla formazione di due cellule disuguali: una con 3 cromosomi (2 + eterocromosoma) l'intero condrioma e la maggior parte di citoplasma; l'altra con 2 cromosomi e poco citoplasma. Quest'ultima degenera, la 1.ª si divide ancora e dà origine a due spermatidî.

« Möchte ich — dice v. Baehr — darauf hinweisen, « dass die inäquale Teilung der Spermatocyten I Ordnung « und die darauf folgende Degeneration der kleineren Teilungsproducte eine gewisse Analogie mit der von Meves « bescriebenen « Richtungskörperbildung » der Spermato« cyten bei der Honigbiene zeigen » (pag. 516-517)

Esprime poi questo Autore il dubbio della possibilità che, anche nell'ape, si abbia una ripartizione ineguale dei cromosomi e « si sviluppino in spermatozoi solo quelli spermatidî che corrispondono allo spermatide con eterocromosoma negli altri insetti ».

Non mi consta però che nessun fatto speciale sia finora stato addotto a sostegno di questa ipotesi.

Le mie ricerche sulla maturazione delle cellule seminali di *Xylocopa violacea*, i cui risultati saranno sommariamente esposti in questa nota, sono una nuova conferma dei fatti rivelati da Meves, sebbene non mi risulti che siano state fatte speciali ricerche nè sulla partenogenesi, nè sulla maturazione dell'uovo di questo Imenottero.

Io mi riservo di compire in seguito più particolareggiate ricerche e di studiare a parte il comportamento dei mitocondrî (condrioconti) e l'evoluzione degli spermatidî in spermatozoi.

Materiale e metodi usati

Le pupe di *Xylocopa* di cui mi sono servito per questo studio sono state da me raccolte — disgraziatamente in quantità tutt'altro che abbondante — nell'Orto botanico dell'Università di Cagliari, verso i primi di luglio.

Dopo quest'epoca non mi è stato possibile trovare se non individui adulti, i testicoli dei quali contengono esclusivamente spermatozoi maturi.

I testicoli di quelle pupe, le quali hanno già acquistato colore nero, contengono gli elementi seminali in quasi tutti gli stadî di sviluppo; quelli delle giovani pupe sono costituiti di spermatogonî.

I testicoli furono per la maggior parte fissati — secondo le indicazioni di Meves (9) — in liquido di Flemming diluito con un egual volume di acqua distillata; e questo è il metodo di fissazione che mi ha dato i migliori risultati.

Un'altra parte fu fissata nella soluzione debole del liquido di Flemming, con risultati poco soddisfacenti, e una parte infine in sublimato acetico (acido acetico 5 %) il quale, sebbene produca una evidente contrazione, specialmente degli elementi cromatici delle cellule, pure permette di ottenere risultati assai brillanti per quanto concerne la struttura del citoplasma e i centrioli.

La colorazione è stata fatta quasi esclusivamente con l'ematossilina ferrica di Heidenhain, lasciando i preparati per 24 ore nell'allume di ferro e altrettanto circa nell'ematossilina.

I. - Periodo di moltiplicazione

Gli spermatogonî si trovano nelle spermatocisti situate all'estremità dei tubi seminiferi. Sono piccole cellule piriformi il cui nucleo rotondo è spostato verso la base allargata, addossata alla periferia della cisti, mentre le parti affilate delle cellule convergono tutte verso il centro dove rimangono riunite dagli avanzi del fuso, colorati intensamente in nero dall'ematossilina.

Le pareti delle spermatocisti sono costituite da grosse cellule follicolari.

La fig. 1 rappresenta una di queste cellule in cariocinesi, vista di fronte. La fig. 2 rappresenta una piastra equatoriale: oltre i cromosomi rappresentati in questa figura se ne contano altri 7 od 8, probabilmente appartenenti alla stessa cellula, nella sezione seguente.

Come risulta dalle figure, i cromosomi sono in questi elementi numerosissimi.

Le fig. 3 a 8 rappresentano varî momenti di spermatogonî in istato di riposo.

Nella parte estrema dei tubi seminiferi, assieme a cellule del follicolo, si trovano grosse cellule come quella della fig. 3, che ne rappresenta una allo stato di riposo; queste cellule sono probabilmente della 1 ª generazione di spermatogonî.

Seguono poi le altre, di dimensioni variabili.

Il nucleo presenta un reticolo acromatico con pochi granuli colorabili aggruppati alla periferia, in piccole masse.

I granuli cromatici diventando più abbondanti si riuniscono a formare filamenti che si presentano spesso aggrovigliati in uno o più gruppi.

Il citoplasma presenta generalmente delle lacune rotonde, troppo costanti per poter essere ritenute alterazioni dovute al fissatore.

Nel citoplasma si trova spesso un grosso corpo cromatoide, sferico.

Le fig. 10-13 rappresentano varie fasi di cariocinesi di spermatogonî.

I cromosomi tendono a riunirsi in una massa compatta. (Questo è massimamente evidente nelle figure ricavate da preparati fissati in sublimato acetico). Dalla massa sporgono due o tre cromosomi più lunghi degli altri, nello stesso modo che si osservano nelle cariocinesi delle cellule follicolari e nelle cariocinesi di maturazione.

Nelle piastre equatoriali di spermatogonî (fig. 9) si contano 16 cromosomi. a forma di bastoncini leggermente incurvati.

Si osserva così anche in *Xylocopa* una notevole differenza tra il numero dei cromosomi delle cellule follicolari e quello degli spermatogonî.

Lo stesso fatto osservò Meves nell'ape, dove si contano 16 cromosomi negli spermatogonî e circa una sessantina nelle cellule del follicolo. Petrunkewitsch ne contò nelle cellule blastodermiche 64.

II. - Periodo di accrescimento

Gli spermatociti, risultanti dall'ultima divisione degli spermatogonî, all'inizio dell'accrescimento si trovano ancora nelle spermatocisti, disposti a rosetta e riuniti all'estremità affilata.

Rapidamente acquistano forma rotendeggiante, rimanendo ancora riuniti, due o più assieme, dagli avanzi del fuso che assumono, nei preparati fissati col Flemming, una lieve tinta giallognola.

Non mi è stato possibile trovare, nei miei preparati, nessuna traccia di pezzo intermedio.

Spesso gli spermatociti rimangono durante tutto il periodo di accrescimento, e anche durante le divisioni, strettamente addossati gli uni agli altri, il che rende assai difficile lo studio specialmente dei centrioli.

Il nucleo, rotondo e situato circa nel mezzo della cellula, presenta nei giovani spermatociti un fitto reticolo acromatico nel quale stanno immersi pochi granuli colorabili, in generale riuniti i piccoli gruppi, addossati alla membrana, e in filamenti sparsi nella cavità nucleare.

Il citoplasma ha un aspetto caratteristico ed è solcato da granuli e filamenti, disposti attorno al nucleo.

Nel citoplasma si trova lo « Spindelrestkörper » e, spesso un grosso corpo cromatoide, intensamente colorato in nero dall'ematossilina, quale si nota anche negli spermatogonî.

Nelle cellule più giovani non mi è stato possibile mettere in evidenza nessun centriolo. Nella fig. 14 se ne vedono due, vicini l'uno all'atro e addossati alla membrana cellulare.

A mano a mano che il volume degli spermatociti aumenta (fig. 15 e seg.), anche la quantità della sostanza cromatica del nucleo va gradatamente aumentando, e i granuli colorabili si dispongono in piccoli gruppi e in filamenti sempre più distinti. Questi spesso si aggrovigliano a formare degli ammassi.

Si trovano in queste cellule non più due, ma, quasi costantemente, tre centrioli, dai quali parte una vescichetta extracellulare. Oltre questi se ne vedono spesso altri la cui appendice extracellulare manca o è assai ridotta (fig. 17).

III. - Periodo di maturazione

I tre centrioli con appendice extracellulare cominciano ad allontanarsi l'uno dall'altro e si dispongono poi in modo che due di essi, che considererò come principali (Hauptcentriolen di Meves) vengono a trovarsi a due poli opposti della cellula e l'altro in una posizione intermedia.

La cellula conserva la sua forma irregolarmente rotonda; solo. talvolta, in corrispondenza dei centrioli si nota una leggera sporgenza.

Dai centrioli partono dei filamenti che vanno a confondersi con i filamenti e i granuli citoplasmatici.

Nel nucleo la massa aggrovigliata dei filamenti cromatici perde a poco a poco la sua compattezza (fig. 21) e si trovano sfilamenti sparsi in tutta la cavità nucleare.

In seguito si distinguono (fig. 22) dei filamenti che presentano una evidente scissione longitudinale, sparsi per tutto il nucleo e riuniti da fili di linina.

A mano a mano che si individualizzano i cromosomi, avvengono delle caratteristiche modificazioni nella forma della cellula che si prepara alla divisione, cioè alla separazione del primo globulo (fig. 23 e seg.).

È subito possibile stabilire da qual parte avverrà la separazione, giacchè in quella direzione, in corripondenza di uno dei due centrioli principali, la cellula comincia ad allungarsi, mentre il nucleo si sposta verso il centriolo del polo opposto. Il 3.º centriolo viene a disporsi lateralmente al 1.º, ad una certa distanza, e in questa posizione lo troviamo, quasi costantemente, in tutte le fasi seguenti.

Da ambedue i centrioli partono dei fasci di filamenti che si vanno facendo via via più distinti.

Il centriolo vicino al nucleo perde per primo la sua appendice extracellulare, e lo troviamo poi (fig. 24) non più addossato alla membrana, ma internato nel citoplasma. Da esso partono numerosi filamenti che circondano il nucleo e irradiano nel citoplasma. I fasci di filamenti che partono dall'altro centriolo non raggiungono mai il nucleo.

Anche dal 3.º centriolo parte talvolta qualche filamento appena distinto.

Intanto i cromosomi sono perfettamente individualizzati e si vedono addossati all'estremità di un semifuso che è unito al 1.º centriolo (fig. 25). Il nucleo non perde la sua membrana, ma acquista una forma ovale allungata da una parte che si interna fra i filamenti che partono dal centriolo (fig. 26).

I cromosomi si dispongono quindi verso il mezzo del nucleo e si uniscono poi strettamente, a formare un complesso indecifrabile.

Intanto il nucleo si allunga sino a diventare fusiforme ed altri filamenti si rendono evidenti, collegati ai cromosomi dalla parte opposta al centriolo.

Il nucleo si dispone nella maggior parte dei casi, non già secondo l'asse che passa pei due centrioli principali, ma obliquamente a questo (fig. 27 e seg.).

Probabilmente, come posso arguire da molti casi osservati, si dispone in direzione del 3.º centriolo.

Intanto l'allungamento della cellula è terminato e in corrispondenza si va separando per strozzamento un piccolo globulo di forma caratteristica (fig. 27-31).

Il globulo porta con sè il centriolo, diversi centrioli secondari e quando, come avviene in molti casi, questo si trova in una posizione adatta, il corpo cromatoide.

Il comportamento di questo è però tanto incostante quanto è varia la sua posizione, e molto spesso rimane nella cellula per essere poi espulso col 2.° globulo o per rimanere ancora nello spermatide.

Il filamenti che si diramano dal centriolo del globulo scompaiono generalmente molto presto e tra questo e la cellula madre non ho mai notato traccia di pezzo intermedio.

Le dimensioni del globulo sono assai costanti. La fig. 32 rappresenta un unico caso che io ho osservato in cui le sue dimensioni eccedono quelle normali.

⁂

I cromosomi, riuniti all'equatore del nucleo, subiscono verosimilmente un specie di sgretolamento e la massa cromatica si trova spostata verso il centriolo principale che rimane sempre bene evidente, mentre scompare la membrana nucleare e in luogo dei filamenti ai quali si univano i cromosomi si vedono solo pochi filamenti indistinti (fig. 33).

All'inizio della 2.ª divisione i cromosomi riacquistano la loro individualità e si dispongono nuovamente all'equatore, mentre si forma un nuovo fuso, i filamenti del quale, contrariamente a quanto Meves osserva nell'ape, sono uniti alle due estremità a due centrioli (fig. 34).

Nella 2.ª divisione degli spermatociti della Vespa il centriolo che rimane nella cellula dopo la 1.ª divisione si divide in due che si portano a i due poli.

In *Xylocopa* io non ò notato questo sdoppiamento. Durante il periodo di sgretolamento della cromatina, tra le due divisioni, sono presenti generalmente due centrioli. La posizione del 2.° lascia dubitare che si tratti di quello stesso centriolo che si nota costantemente vicino al punto di separazione del 1.° globulo.

Tuttavia debbo confessare che le mie osservazioni in proposito sono per ora assai incomplete, e mi limito quindi ad accennarle.

Avvenuta la formazione del fuso i cromosomi subiscono una divisione longitudinale e i due complessi di cromosomi figli si allontanano verso i poli (fig. 35).

Quindi i fenomeni procedono come per una cariocinesi normale, se non che la divisione del citoplasma tra le due cellule figlie avviene disugualmente.

A mano a mano che l'allontanamento dei cromosomi procede il fuso si restringe e si allunga in modo che si forma una sporgenza in corrispondenza della quale il citoplasma si strozza e così si separa dalla cellula un 2.° globulo (fig. 36 e seg.).

Mentre procede lo strozzamento il centriolo che rimane nella cellula madre si sposta lateralmente e riguadagna la sua posizione presso la membrana cellulare, dove poi riacquista la sua appendice esterna (fig. 40 e 41).

I cromosomi ai due poli subiscono prima una specie di sgretolamento, quindi si riforma la membrana e si ricostituisce il nucleo (fig. 39).

Questa ricostituzione, generalmente, à luogo solo nel nucleo che rimane entro la cellula più grande. La cromatina del globulo si raduna in una massa irregolare e dimostra chiaramente come questa parte sia destinata a degenerare.

L'unico spermatide risultante così dalla divisione comincia la sua evoluzione, mentre la massa dei mitocondrî si raduna in un « Nebenkern » ovale, di aspetto vescicoloso caratteristico (fig. 41), simile a quello che Meves descrive in *Pygaera bucephala* (8).

CONCLUSIONI

La maturazione delle cellule seminali maschili di *Xylocopa violacea* L. si compie in modo analogo a quello descritto da Meves per l'ape.

La 1.ª divisione degli spermatociti conduce alla formazione di un globulo di natura esclusivamente citoplasmatica.

Lo spermatocito di 2.° ordine si divide in due cellule di volume disuguale la più piccola delle quali degenera: la più grande si trasforma in spermatozoo.

La mancata divisione del nucleo durante la separazione del 1.° globulo fa si che non ha luogo una normale riduzione cromatica.

Il numero dei cromosomi degli spermatogoni — 16 — passa, non ridotto, negli spermatociti e negli spermatidi.

Per analogia con quanto avviene nell'ape e in altri Imenotteri, è lecito inferire che anche nel caso di *Xylocopa* si abbia una generazione partenogenetica arrenotoca.

L'uovo partenogetico emette probabilmente i due globuli polari.

BIBLIOGRAFIA

1. Baehr (von) W. B. Ueber die Bildung der Sexualzellen bei Aphididae, in *Zoolog. Anz.*, Bd. XXXIII, 1908, pp. 507-517.
2. Doncaster L. Spermatogenesis of the Hive Bee (Apis mellifica), in *Anat. Anz.*, Bd. XXIX, 1906.

2 bis. Id. Spermatogenesis of the Honey Bee (Apis mellifica) (Correction), in *Anat. Anz.*, Bd. XXXI, 1907, pp. 168-169.

3. Giglio-Tos E. Della partenogenesi e della spermatogenesi dell'Ape, in *Anat. Anz.*, Bd. XXVI, 1905, pp. 369-373.
4. Lams H. Les divisions des Spermatocytes chez la Fourmi (Camponotus herculeanus L.), in *Archiv für Zellforschung*, Bd. I, 1908, pp. 528-537.
5. Mark E. L. e Manton Copeland. Some Stages in the Spermatogenesis of the honey bee, in *Proceed. of the Americ. Acad. of Arts and Sciences*, Vol. XLII, N. 5, 1906.
6. Id. Maturation Stages in the Spermatogenesis of Vespa maculata L., id., Vol. XLIII, N. 3, 1907.
7. Meves F. Ueber « Richtungskörperbildung » im Hoden von Hymenopteren, in *Anat. Anz.*, Bd. XXIV, 1903, pp. 29 32.
8. Id. Ueber oligopyrene und apyrene Spermien und über ihre Entstehung, nach Beobachtungen an Paludina and Pygaera, in *Arch. f. Mikroskop. Anat. u. Entwicklungsgesch*, Bd. LXI, 1903.
9. Id. Die Spermatocytenteilungen bei der Honigbiene (Apis mellifica) nebst Bemerkungen über Chromatinreduktion, id., Bd. LXX, 1907.
10. Id. e Duesberg J. Die Spermatocytenteilungen bei der Hornisse (Vespa carabro L.), id., Bd. LXXI, 1908.
11. Petrunkewitsch A. Die Richtungskörper und ihr Schicksal im befruchteten und unbefruchteten Bienenei, in *Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog.*, Bd. XIV, 1901.
12. Id. Das Schicksal der Richtungskörper in Drohnenei. Ein Beitrag zur kenntnis der natürlichen Parthenogenese, id., Bd. XVII, 1903.

Spiegazione delle figure

Cellule seminali maschili di *Xylocopa violacea* L.

Tutte le figure sono state disegnate con l'Apocrom. Zeiss. Imm. omog. 2 mm. Ap. num. 1, 3. Ocul. comp. 12, tubo evag. 175, usando la camera chiara di Abbe, con proiezione sul tavolo da lavoro. Ingrandimento circa 2800 diametri.

Le fig. 9 e 10 della Tav. XXI sonotolte da preparati fissati in Flemming debole. Le fig. 11, 12, 13 della Tav. XXI e 27 e 34 della Tav. XXII, da preparati fissati in sublimato acetico. Tulle le altre figure da preparati fissati in liquido di Flemming diluito con un ugual volume di acqua distillata. Colorazione sempre col metodo di Heidenhain.

TAVOLA XXI.

Fig. 1 e 2. Cariocinesi di cellule follicolari.
Fig. 3 a 8 Spermatogonî in stato di riposo.
Fig. 9. Piastra equatoriale di uno spermatogonio.
Fig. 10 a 13. Cariocinesi di spermatogonî in varie fasi.
Fig. 14 a 21. Spermatociti in accrescimento.
Fig. 22 a 26. Inizio della 1.ª divisione.

TAVOLA XXII.

Fig. 27 a 32. 1.ª divisione.
Fig. 33 a 41. 2.ª divisione.

« *Biologica* » Vol. II — N. 16

Istituto di Zoologia, Anatomia e Fisiologia comparate della R. Università di Cagliari
diretto dal Prof. Ermanno Giglio-Tos

Dott. **Cesare ARTOM**
Assistente

Cromosomi ed eterocromosoma nelle cinesi spermatogenetiche di “ Stauronotus maroccanus „ Thunb.

(Tav. XXIII)

INTRODUZIONE

Come è generalmente noto, gli Ortotteri offrono un materiale assai prezioso per lo studio della spermatogenesi. Infatti in generale i cromosomi delle loro cellule sessuali maschili sono di dimensioni assai notevoli, di struttura compatta e ben definita, differenti di forma l'uno dall'altro, per modo che facile riesce seguirli ed identificarli nelle varie figure cinetiche. Dati questi fatti, si comprende come detto materiale sia stato prescelto per tentare di risolvere le questioni più dibattute e anche più importanti che offre oggidì lo studio citologico della spermatogenesi; e cioè il modo con cui avviene l'oscuro fenomeno della riduzione cromatica, e inoltre ancora il modo con cui avvengono sia la formazione delle tetradi, sia le susseguenti divisioni di maturazione. Su tali questioni di biologia generale di grande interesse sia per gli zoologi, sia per i botanici, non mancano opere sintetiche come quelle di Gregoire, (9) di Häcker (10), di Trinci (28). Non è quindi il caso di riferire qui le conclusioni alle quali arrivarono i vari autori che di tali questioni si sono occupati; basterà accennare che le varie conclusioni sono così tra loro disparate, da vedere assai lontana la speranza di potere ricondurre ad uno schema unico la maturazione delle cellule sessuali nei due regni.

E rimanendo pur solo nel campo relativamente limitato della spermatogenesi degli Ortotteri, basterà citare pochi fatti e pochi autori per persuadersi, come anche in un argomento così speciale, le opinioni dei vari autori, divergano tra loro assai profondamente.

Le divergenze concernono principalmente:

1.° Il modo con cui avviene la riduzione del numero dei cromosomi negli spermatociti in accrescimento.

2.° Il modo con cui pigliano origine le varie figure ad anello, a racchetta, ecc., caratteristiche della spermatogenesi degli Ortotteri.

3.° Il modo con cui avvengono le due divisioni di maturazione.

Anche senza fare una storia completa dell'argomento, io spero di potere brevemente lumeggiare in che cosa fondamentalmente consistano le profonde divergenze dei varî autori, e spero inoltre di chiarire quale importanza possa avere su i predetti tre punti essenziali della spermatogenesi, lo schema della formazione e delle divisioni delle tetradi nello *Stauronotus maroccanus,* quale io propongo nel corso del presente lavoro

I. Mc Clung (12 e 15) e Montgomery (20), i due citologi americani che maggiormente si sono occupati della spermatogenesi degli Ortotteri, Robertson (27) e Davis (4), i due tra i più recenti autori che abbiano lavorato su tale argomento, ammettono concordemente che la riduzione del numero dei cromosomi avvenga per coniugazione dei cromosomi omologi per le loro estremità (coniugazione *end to end* di Montgomery, coniugazione lineare di Trinci [28 pag 33]).

Otte invece in un recente lavoro sulla spermatogenesi di *Locusta viridissima* (21) osserva la cosidetta copulazione parallela dei cromosomi, già osservata come si sa nella spermatogenesi di molti animali e nella sporogenesi di molte piante. Durante tale copulazione (che conduce evidentemente alla riduzione nel numero dei cromosomi come nel caso sopradetto della coniugazione lineare) i cromosomi omologi paterni e materni si unirebbero più o meno intimamente insieme, non già per le loro estremità, come sostiene la scuola americana, ma invece per *accollamento* longitudinale.

II. Sul modo con cui avviene la formazione delle tetradi, i varî autori sono, salvo in qualche particolare, per lo più concordi tra loro. Infatti, sia la scuola americana, sia Otte ammettono che le varie figure ad anello, a otto, a racchetta, ecc., degli spermatociti degli Ortotteri prendano origine per il ricurvarsi ed il ripiegarsi in vario modo su sè stesse delle anse cromatiche.

Solo De-Sinety (24) il quale, giova notare sin d'ora, riporta nel suo lavoro fatto su *Fasmidi, Acrididi* e *Locustidi* delle figure che possono far credere che la riduzione del numero dei cromosomi sia avvenuta per copulazione parallela di cromosomi omologi come sostiene Otte per *Locusta viridissima,* si scosta completamente dagli altri autori sopradetti circa il modo di formazione delle varie figure. Infatti De-Sinety ammette per la spermatogenesi degli Ortotteri quanto è sostenuto da Strasburger e la sua scuola (25), e da Berghs (1) per la sporogenesi vegetale, da Janssens (11) per la spermatogenesi dei Tritoni, per tacere di molti altri; e cioè che le varie figure ad anello e ad otto siano formate non già per l'incurvarsi dell'ansa cromatica, ma che invece esse si formino per il divaricarsi, l'allontanarsi e l'incrociarsi tra loro delle due parti componenti l'ansa cromatica stessa, la quale per l'appunto appare in modo molto evidente divisa longitudinalmente, prima della formazione delle varie figure.

III. Infine sul modo con cui avvengono le divisioni di maturazione, le divergenze tra i varî autori sono ancora più sensibili. E siccome per l'appunto (dato il concetto oramai prevalente che il processo di riduzione del numero dei cromosomi sia dovuto ad un'unione più o meno intima tra i cromosomi omologi paterni e materni contenuti negli spermatogonii) è importante stabilire, se la separazione dei due cromosomi coniugati avvenga nella prima, oppure nella seconda divisione di maturazione, così le divergenze sopra accennate fanno assumere alla questione una certa importanza teorica dal punto di vista dell'eredità. Orbene per l'appunto la scuola americana, concorde, come abbiamo visto, sul modo con cui avviene sia la riduzione del numero dei cromosomi, e sia ancora la formazione delle tetradi, non lo è poi affatto circa il modo di interpretare le divisioni di maturazione. Così per esempio Davis (4), seguace delle idee di Montgomery, con una seriazione di bellissime figure vuole dimostrare che la prima divisione di maturazione è riduttiva (separando tra loro i due coniuganti, e cioè il cromosoma paterno da quello materno) e che la seconda divisione è equazionale (separando tra loro parti omologhe di cromatina). Invece Robertson un allievo di Mc Clung e seguace delle sue idee, vuole dimostrare precisamente il contrario; e cioè che i cromosomi nella prima divisione vengono divisi equazionalmente e vengono così separate parti omologhe di cromatina, mentre la seconda divisione avrebbe significato riduttivo, perchè mercè questa verrebbero separati l'uno dall'altro i due coniuganti.

Otte poi nel suo già citato lavoro sostiene che le due divisioni del filamento doppio di cromatina, il quale risulta dalla copulazione parallela di due cromosomi omologi, uno paterno, l'altro materno, e che col ripiegarsi su sè stesso dà origine alle varie figure caratteristiche degli spermatociti degli Ortotteri, sono tutte e due trasversali. Così che in conclusione, secondo Otte, per mezzo delle due divisioni di maturazione, non si avrebbe mai separazione di coniuganti, ma unicamente una definitiva riduzione ad $^1/_4$ della massa di cromatina di ciascuna tetrade (1).

---

(1) Mentre tutti gli schemi che riguardano le divisioni di maturazione nella spermatogenesi degli Ortotteri bene si accordano con la nota teoria di Boveri sull'individualità dei cromosomi, lo schema invece che propone Otte, il quale pure si professa uno strenuo seguace di detta teoria, mi pare che male si accordi con la teoria stessa. Infatti, ammettendo questa, si deve anche ammettero che ciascun spermatozoo debba contenere cromosomi, i quali, per quanto vengano modificati per vicendevoli scambii chimici che intervengono tra loro durante la così detta copulazione parallela dei cromosomi (fasi di sinapsi degli

Infine per De-Sinety, di cui le figure vengono interpretate dagli Schreiner (23 pag. 259) come favorevoli alla loro teoria della copulazione parallela di cromosomi omologi, lo schema delle divisioni di maturazione è assolutamente diverso da quello degli altri autori che si sono occupati della spermatogenesi degli Ortotteri, e concorda invece completamente con lo schema che propongono parecchi zoologi citati nel suddetto lavoro degli Schreiner, e con quello ancora di parecchi botanici come Strasburger, Miyake (19), Berghs, ecc..

Tale schema di divisione, che trova in complesso concordi tutti quelli che ammettono la copulazione parallela dei cromosomi, consiste essenzialmente in questo: le due divisioni della tetrade sono ambedue longitudinali; per mezzo della prima divisione vengono separati l'uno dall'altro i due cromosomi che si erano più o meno intimamente uniti durante la coniugazione dei cromosomi (sinapsi degli Schreiner (23 pag. 252). Questa prima divisione della tetrade è però riduttiva di significato perchè separa tra loro i due coniuganti. La seconda divisione poi, siccome per mezzo di essa vengono separate parti omologhe di cromatina, ha un significato assolutamente diverso dalla prima; essa è cioè una divisione equazionale (divisione omeotipica di Meves [17].

Orbene, per l'appunto ad uno schema di tal genere mi pare si possano ricondurre le divisioni delle tetradi nella spermatogenesi di *Stauronotus*. La dimostrazione dello

---

Schreiner (23 pag. 252), sono però sempre da considerarsi i diretti rappresentanti di metà dei cromosomi contenuti negli spermatogonii. Spingendo quindi la teoria stessa sino alle sue ultime conseguenze, vi dovranno essere spermatozoi con cromosomi di origine paterna e spermatozoi con cromosomi di origine materna, appunto perchè si ammette che negli spermatogonii metà cromosomi siano paterni e l'altra metà siano materni. Se si ammette invece lo schema proposto da Otte, come mai si può ancora sostenere, come fa questo autore, la teoria dell'individualità dei cromosomi, dal momento che ciascun spermatozoo conterrebbe cromosomi ciascuno dei quali non è già un diretto rappresentante di un cromosoma preesistente negli spermatogonii, come vorrebbe la teoria, ma è invece semplicemente un miscuglio di cromatina paterna e di cromatina materna?

schema quale io propongo non è però completamente raggiunta dalle mie osservazioni. Ricerche future dovranno quindi convalidare od escludere le mie conclusioni, le quali divergono completamente da quanto ammettono gli autori che si sono occupati della spermatogenesi degli Ortotteri. Lo schema che io propongo concorda invece col ben noto schema eteroomeotipico proposto da Gregoire per le cinesi di maturazione nei due regni; ed appartiene ai così detti processi preriduzionali secondo la nomenclatura stabilita da Korschelt e Heider nel loro trattato (Fischer, 1903, pag. 572).

E ad uno schema di tal genere pare che si possano ancora ricondurre tutti i così detti processi eumitotici stabiliti pure da Korschelt e Heider) qualora venga ammessa la copulazione parallela dei cromosomi. Infatti Boveri (2 pag. 77) recentemente, dietro osservazioni personali, non è alieno dall'ammettere la copulazione parallela dei cromosomi nella maturazione dell'uovo di *Ascaris megalocephala,* e, siccome con la prima divisione avverrebbe la separazione dei coniuganti, così anche questo classico esempio di divisione eumitotica verrebbe ricondotto allo schema eteroomeotipico o preriduzionale, quale io propongo per la spermatogenesi di *Stauronotus maroccanus.*

Nel presente lavoro viene presa quasi esclusivamente in considerazione l'evoluzione dei cromosomi dalle varie cinesi spermatogoniali sino alla teleofase dell'ultima divisione di maturazione. Venne perciò trascurato lo studio dell' apparato mitocondriale e dell'idiozoma, come pure l'evoluzione dello spermatidio sino alla formazione dello spermatozoo maturo. Del resto i mitocondrî furono testè ampiamente studiati in un altro Acridide (7) e le mie osservazioni al riguardo istituite anche per lo *Stauronotus* con l'ultimo metodo di Benda (7 pag. 7) confermano completamente quanto ebbero ad osservare gli autori del predetto lavoro. Quanto poi all'evoluzione dello idiozoma e dello spermatidio, date le ampie ricerche istituite recentemente da Davis e Otte, poco di nuovo avrei io da aggiungere con le mie osservazioni.

Nel presente lavoro venne rivolta speciale attenzione alle cinesi spermatogoniali durante le quali i cromosomi, pure conservando tra loro i reciproci rapporti di grandezza, mutano però considerevolmente sia di forma e sia probabilmente di massa. Così pure venne presa in ispecial considerazione una caratteristica costituzione della sostanza cromatica, quale si presenta dopo la prima divisione di maturazione. Si tratta in breve di un rilassamento della cromatina per modo che i cromosomi diventano di forma assai allungata e perdono notevolmente la loro compattezza. In grazie appunto di questa speciale costituzione della sostanza cromatica (per la quale propongo il nome di *pseudointercinesi* da contraporsi alla cosidetta *intercinesi* dei varî autori, in cui si osserva uno stadio più o meno completo di riposo dei nuclei, stadio questo pure frapposto tra le due divisioni di maturazione) è resa facile un'analisi minuta dei cromosomi ed è possibile così penetrare bene nel significato da darsi alla 2.ª divisione di maturazione.

Infine poi venne nel presente lavoro seguita l'evoluzione e la divisione dell'eterocromosoma o cromosoma accessorio, caratteristico come si sa nella spermatogenesi degli Ortotteri e bene evidente nello *Stauronotus*.

E, come è generalmente noto, alcuni moderni citologi attribuiscono a tale eterocromosoma un'importanza tutta speciale, perchè per il suo modo di comportarsi durante le cinesi di maturazione, gli spermatozoi degli Ortotteri vengono in definitiva ad essere dimorfi: e per l'appunto a tale dimorfismo vogliono parecchi biologi legare la questione della determinazione del sesso.

Generalità.

Il materiale per le presenti ricerche venne offerto dallo *Stauronotus maroccanus* Thunb., un ortottero del gruppo degli Acrididi, e della famiglia dei *Tryxalidae*, comune nei mesi estivi in tutta la Sardegna e che produce, come si sa, gravissimi danni ai coltivati per la sua comparsa a frotte numerosissime. Appena raccolti gli *Stauronotus* ne venivano isolati i testicoli. Questi, subito fissati nel liquido di Flemming forte, e successivamente inclusi in paraffina, venivano poi sezionati in sezioni di circa 5 μ di spessore. Le sezioni venivano poi sempre colorate con l'ematossilina ferrica di Heidenhain.

Come in genere in tutti gli Ortotteri, i testicoli di *Stauronotus* sono costituiti da un complesso di tubetti o follicoli terminanti a fondo cieco da una parte. L'altra parte invece di ogni tubetto è aperta; e tutti i varî tubetti si aprono così in un canale deferente più o meno lungo, di dove poi gli spermatozoi arrivano sino al pene. Entro i follicoli, radunati a gruppi e rinchiusi in una specie di cisti, stanno le cellule sessuali, le quali in ciascuna cisti si presentano approssimativamente nello stesso stadio. Come avviene poi per tutti gli Ortotteri, si osserva che la zona in cui avvengono le cinesi spermatogoniali sta al fondo cieco di ciascun follicolo, e, man mano che si procede verso il vaso deferente, si osservano tutte le altre fasi evolutive dell'elemento sessuale e cioè successivamente spermatociti di 1.° e di 2.° ordine, spermatidî e infine spermatozoi. Dato questo fatto si comprende come le sezioni longitudinali del follicolo sieno le più adatte per l'osservazione, potendosi così avere tutte regolarmente seriate le varie fasi evolutive della cellula sessuale.

Gli Spermatogonii.

Parecchie sono le generazioni degli spermatogonî. Differenti l'una dall'altra specialmente per la forma e la grossezza dei cromosomi, gli spermatogonî appaiono inoltre nelle ultime generazioni come cellule considerevolmente più piccole anche come quantità di protoplasma che non nelle prime generazioni. La cromatina degli spermatogonî nello stato di riposo (fig. 1 e 2) non appare sparsa in tutto il nucleo; si nota invece che i granuli di cromatina hanno tendenza a rimanere più o meno raggruppati tra loro. Tale fatto è stato osservato per gli spermatogonî di molti altri Ortotteri e da Otte in *Locusta,* fu interpretato come una delle più valide prove per la teoria dell'individualità dei cromosomi, considerando cioè che ogni cromosoma, anche durante lo stadio di riposo, conservi perfettamente la propria individualità al punto che ciascuno di essi debba considerarsi come un nucleo a sè, di cui i granuli di cromatina non entrerebbero mai in relazione (anche durante le fasi di riposo) con i granuli di cromatina del cromosoma vicino.

Nella figura 3 è rapprentata una profase di divisione spermatogoniale e probabilmente di una delle prime generazioni In tale profase la cromatina non appare disposta secondo un unico filamento, ma i cromosomi appaiono già bene individualizzati. La sinuosità però che presenta ciascuna ansa cromatica fa legittimamente supporre che i varî segmenti di cromatina provengano dalla spezzettatura di un unico filamento più volte incurvato su sè stesso. In tale profase è poi già bene accentuata la divisione longitudinale di ciascun cromosoma ; la sostanza cromatica appare ancora granulosa e assai poco compatta.

Successivamente fig. 4) la sostanza cromatica appare più condensata e ogni cromosoma sinuoso e più volte ripiegato su sè stesso assume un aspetto di ricciolo. In tale figura osservasi poi, come isolato dal resto del nucleo e rinchiuso in una specie di vacuolo, un ammasso di sostanza cromatica simile nell'aspetto agli altri cromosomi e che io ritengo essere il cromosoma accessorio.

Nella figura 5 è poi rappresentata una piastra equatoriale di una divisione spermatogoniale. In questa i cromosomi sono bene evidenti e si presentano in condizioni favorevoli per essere contati. In tale piastra equatoriale i cromosomi leggermente incurvati e di forma considerevolmente allungata sono in numero di 22. Manca cioè un cromosoma, e probabilmente il cromosoma accessorio ; per modo che lo *Stauronotus maroccanus* accresce la lunga lista di Acrididi, in cui, salvo qualche eccezione, fu osservato nelle cellule sessuali maschili un numero costante di cromosomi e cioè 23 (22 cromosomi ordinarî e 1 eterocromosoma) (14 e 16).

Fra i 22 cromosomi presenti nella piastra equatoriale della fig. 5 si possono chiaramente distinguere due gruppi di cromosomi e cioè 16 cromosomi grandi e 6 cromosomi piccoli. Negli spermatociti di 1.º ordine vedemmo invece comparire 8 grosse tetradi, 3 piccole tetradi e l'eterocromosoma. È lecito così inferire che durante il periodo di accrescimento dello spermatocito sia avvenuta un'unione di due cromosomi a due a due omologi presenti negli spermatogonii.

Quanto poi all'eterocromosoma si deve supporre che esso non abbia negli spermatogonii nessun cromosoma omologo e si sottragga quindi a questa sorta di copulazione e non dia quindi luogo alla formazione di una tetrade. E per l'appunto in conseguenza di ciò l'eterocromosoma si comporta, come vedremo, nelle divisioni di maturazione in modo del tutto diverso dai restanti cromosomi.

Fatti di tal genere, ancora più evidenti in altri casi, per esempio in *Brachistola magna* (2 pag 72), riconducono, come si sa, la riduzione nel numero dei cromosomi ad una specie di copulazione di due cromosomi omologi presenti negli spermatogonî, di cui uno sarebbe di origine paterna, l'altro di origine materna.

La fig. 6 rappresenta poi una anafase di un'altra divisione spermatogoniale in cui i cromosomi hanno la forma di altrettanti parallelepipedi a base rettangolare. Successivamente le fig. 7, 8, 9, rappresentano rispettivamente un'anafase, una metafase ed una teleofase di quelle che io credo essere tra le ultime divisioni spermatogoniali. Nella fig. 8 alcuni dei cromosomi sono tra loro uniti per mezzo di filamenti forse di linina; ma quello che sopratutto è da notarsi si è la profonda modificazione che ha subito in queste ultime divisioni tutta la cellula spermatogoniale. Maggiormente evidenti sono poi le modificazioni che hanno subito i cromosomi. Per persuadersi di ciò basta comparare i cromosomi della piastra equatoriale della fig. 5, con i cromosomi della piastra equatoriale della fig. 8. In questa i cromosomi sono notevolmente più piccoli e di forma rotondeggiante. I varî cromosomi hanno però conservato fra loro i reciproci rapporti primitivi di grandezza; e siccome anche tutte le altre parti della cellula appaiono proporzionalmente ridotte nelle loro dimensioni, così si deve conchiudere, che le modificazioni a cui soggiace la cellula spermatogoniale durante le varie cinesi, interessa egualmente e nella stessa proporzione tutte le parti costitutive della cellula stessa.

Il periodo di accrescimento e la formazione delle tetradi.

Terminata l'ultima cinesi spermatogoniale ed entrata in perfetto riposo la sostanza cromatica, la nuova cellula (fig. 10) è un giovane spermatocito in cui va iniziandosi il cosìdetto periodo di accrescimento. La cromatina vi appare suddivisa in minutissimi granuli disposti uno di seguito all'altro in modo da formare come dei tenuissimi filamenti. La sostanza cromatica appare assai diffusa entro la cavità della cellula sino ad andare quasi a contatto con la membrana cellulare, mentre il protoplasma della cellula stessa assai condensato occupa una piccola parte della cavità della cellula. Addossato sino quasi a toccare la membrana cellulare osservasi un corpo di struttura compatta, intensamente colorato e di forma leggermente incurvata. È questo l'eterocromosoma o cromosoma accessorio di cui verrà in seguito tenuto parola, e che, giova notare sin d'ora, subisce delle profonde modificazioni durante tutto il periodo di accrescimento, ma che appare però sempre ben distinto dal restante della sostanza cromatica e generalmente ben localizzato in una parte periferica del nucleo.

In uno stadio successivo alla fig. 10 (fig. 11) osservasi poi in un altro spermatocito la sostanza cromatica disposta a filamenti ben definiti. Tra questi filamenti si può notare un certo parallelismo. Una certa decorrenza parallela da parte dei filamenti di cromatina si può poi anche osservare nella fig. 12 che rappresenta pure uno spermatocito già notevolmente cresciuto nelle sue dimensioni. Io ho potuto osservare tale parallelismo dei filamenti di cromatina in molti preparati. In base però unicamente a questi fatti non mi pare di avere raggiunta una prova esplicita favorevole alla teoria della coniugazione parallela degli Schreiner e di Winiwarter (22 e 31). Come si sa, tale teoria assai seducente per il modo di interpretare gli oscuri fenomeni della riduzione del numero dei cromosomi, ha trovato conferma in molti lavori sia di zoologi sia di botanici. Contro di essa sono state però sollevate delle obbiezioni da parte di citologi di valore come Fick (6), Meves (18), Goldschmidt (8) ed altri; per cui è necessario al riguardo un certo riserbo. Siccome però i miei preparati mi rendono in complesso propenso ad ammettere piuttosto che ad escludere la teoria degli Schreiner, così nella descrizione dei preparati che farò in seguito, io presuppongo che veramente la riduzione del numero dei cromosomi sia avvenuta per copulazione parallela di due cromosomi omologi che vengono chiamati coniuganti.

In uno stadio successivo a questa copulazione parallela dei cromosomi, osservansi in un altro spermatocito (fig. 13) le anse cromatiche rappresentanti ciascuna una futura tetrade, leggermente incurvate. Le anse cromatiche di detta figura appaiono più corte e più inspessite di quelle della figura precedente, forse perchè è già intervenuto in tale fase un processo di condensamento da parte dei granuli di cromatina. Ciascuna ansa cromatica è poi sempre e in modo assai chiaro divisa longitudinalmente, il che starebbe a indicare che nello *Stauronotus* non vi è mai una fusione completa da parte dei coniuganti. Invece in altri casi, per esempio, da Allen (26 pag. 37) nelle cellule madri del polline del *Lilium canadense* è stata osservata una vera copulazione e fusione tra i singoli granuli di cromatina di un coniugante e quelli dell'altro coniugante; per modo che in tali casi si osserverebbe la formazione di uno spesso filamento di cromatina risultante da una completa fusione tra loro dei coniuganti.

In questi casi dunque avverrebbe una vera fusione tra i granuli di cromatina di ciascun coniugante o per meglio dire (secondo l'interpretazione di Giglio-Tos, *Les problèmes de la vie,* III^e partie) avverrebbe una fusione di biomori. Tale fusione dovrebbe così essere considerata come il risultato visibile di quell'addizione delle biomolecole maschili con quelle femminili, che il predetto autore sin dal 1904 pose come base della sua interpretazione e come causa prima di tutti i fenomeni della maturazione delle cellule sessuali e di quelli della fecondazione.

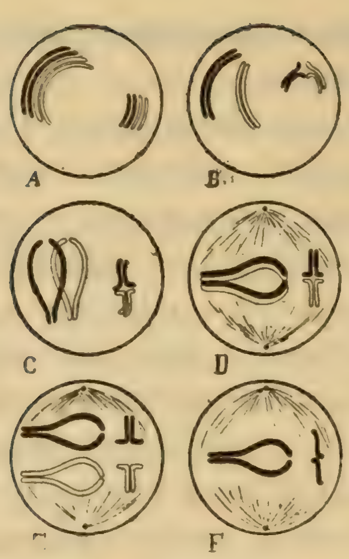
Le anse cromatiche della figura 13, per quanto poi solo divise longitudinalmente, debbonsi però ritenere ciascuna quadrivalente; ciascun coniugante cioè per un'intervenuta assimilazione deve considerarsi riguardo alla quantità di sostanza cromatica doppio di quello che era prima della coniugazione. In qualche caso è dato veramente di notare la quadrivalenza dell'ansa cromatica; ad ogni modo lo spessore dell'ansa cromatica stessa lo lascia legittimamente supporre. Successivamente (fig. 14) si nota che i due filamenti costituenti l'ansa cromatica si sono reciprocamente allontanati l' uno dall'altro (diacinesi, *frühe Diakinese* di Häcker) (10 pag. 76). Questi filamenti, pure rimanendo tra loro uniti per una delle estremità, conservano però per un tratto del loro decorso un certo parallelismo.

Dato questo fatto come si può concepire che prendano origine le varie forme ad anello, a racchetta, ecc., caratteristiche della spermatogenesi degli Ortotteri e che sono costituite di due figure perfettamente sovrapposte l'una all'altra (fig. 17, 18, 19)?

Io credo che ciascun coniugante si fenda longitudinalmente e che per il divaricarsi delle due parti così divise (che rimangono però unite alle loro estremità) si formino le varie figure ad anello, a racchetta, a croce.

Risultano così dne figure perfettamente identiche, e, eccetto che nel caso della figura a croce, generalmente sovrapposte l'una all'altra (fig. 17 e 19) — come quelle osservate da Mc Clung e Robertson — ciascuna delle quali, costituita da un coniugante, verrà separata nella divisione.

Una seriazione perfetta di figure per dimostrare tale schema di formazione delle tetradi, non mi fu possibile raggiungere nello *Stauronotus*. Qualche fatto però relativo alla seconda divisione mi fa presumere di essere nel vero in quanto affermo. Ad ogni modo con altro materiale più adatto mi riserbo in seguito di convalidare o di escludere lo schema quale io qui propongo per la formazione e le divisioni delle tetradi nello *Stauronotus maroccanus*.



Schema delle divisioni di maturazione in *Stauronotus*

A Spermatocito dopo la coniugazione parallela con le anse cromatiche quadrivalenti. — *B* Principio della Diacinesi. — *C* Formazione di un cromosoma a racchetta e di uno a croce. — *D* Metafase della 1.ª divisione di maturazione. — *E* Anafase della 1.ª divisione di maturazione. — *F* Metafase della 2.ª divisione di maturazione.

Stabilita così la formazione delle caratteristiche figure che si incontrano nella spermatogenesi di *Stauronotus,* prima che dette figure si trasformino nei definitivi cromosomi che entreranno nel 1.° fuso di divisione, si incomincia a notare una concentrazione da parte dei granuli di cromatina, quindi a poco a poco per questo processo di concentramento si vanno riempiendo gli spazî vuoti delle varie figure fino a che ai cromosomi di apparenza ancora granulosa (fig. 19, 20, 21) sottentrano i cromosomi a tetrade ben compatta e di forma assai varia (fig. 22).

Le tetradi sono 11 di cui 8 grandi e 3 piccole e rotondeggianti; inoltre si nota un eterocromosoma a forma di ferro di cavallo generalmente situato in un piano diverso dei restanti cromosomi. In complesso le tetradi degli spermatociti di *Stauronotus* non differiscono da quelle riportate dagli altri autori e concordano specialmente con quelle riportate da Mc Clung nei suoi diversi lavori e da Robertson. Con questi ultimi autori concordo poi completamente, come già si è detto, per quanto riguarda il meccanismo con cui avviene la 1.ª divisione e a questo riguardo mi riporto ai loro lavori e alle loro figure. Mentre però secondo Mc Clung la 1.ª divisione separa parti omologhe di cromatina, dato invece lo schema da me proposto in cui si ammette la coniugazione parallela dei cromosomi, e un modo diverso nella formazione delle tetradi, la 1.ª divisione, separando tra loro i coniuganti, ha significato *riduttivo*.

La 1.ª e la 2.ª divisione di maturazione.

Nella fig. 23 è raffigurato il principio di un'anafase di uno spermatocito di 1.° ordine. Alcuni cromosomi si sono già allontanati dall'equatore del fuso; essi hanno la forma a V con le due branche rivolte verso l'equatore del fuso. In tale figura è da notarsi l'eterocromosoma a forma di ferro di cavallo e già rivolto verso un polo del fuso. Come si vede chiaramente, l'eterocromosoma non si divide in questa 1.ª divisione e passa inalterato in uno solo dei nuclei figli, per modo che tra gli spermatociti di 2.° ordine; metà avranno gli 11 ordinarî cromosomi più l'eterocromosoma, l'altra metà avrà invece solamente gli 11 ordinarî cromosomi. Nella figura 24 è poi rappresentato uno degli ultimi momenti dell'anafase di uno spermatocito di 1.° ordine. I cromosomi dei due nuclei figli si trovano già disposti ai due poli opposti del fuso; la forma prevalente di tali cromosomi è quella a V con le due branche rivolte verso l'equatore del fuso. Le trasformazioni che hanno subito i cromosomi durante l'inserzione al fuso sono però così notevoli che riesce impossibile identificare i cromosomi di tali anafasi con i cromosomi preesistenti nella metafase della stessa divisione.

Nella fig. 25 è poi rappresentata una piastra equatoriale di uno spermatocito di 2.° ordine. In questa che si può ancora riguardare come una teleofase della 1.ª divisione, i cromosomi in numero di 11 (manca l'eterocromosoma) hanno ancora la forma a V osservata nella fig. 24. Ma subito dopo la sostanza cromatica subisce come una specie di contrazione per cui i singoli cromosomi appaiono di forma rotondeggiante (fig. 26 e 27). Qualche volta poi sin dalla fase di piastra equatoriale i cromosomi appaiono già divisi (fig. 28) in senso trasversale. Successivamente nella fig. 29 e nella fig. 30 sono infine rappresentate in stadî diversi due anafasi di queste seconde divisioni, le quali in realtà non offrono nulla di notevole.

Si è già visto quale è il significato che io attribuisco alla 1.ª divisione; si tratta ora di stabilire come debbono essere interpretate queste seconde divisioni, le quali apparentemente avvengono in senso trasversale.

La questione ha solo un interesse limitato. Essa concerne solo il meccanismo della divisione in generale, perchè dato che la 1.ª divisione abbia carattere riduzionale, i cromosomi presenti in queste seconde divisioni sono costituiti di una massa omogenea di cromatina, per modo che verranno sempre separate parti omologhe di cromatina, sia che la divisione avvenga trasversalmente, sia che essa avvenga longitudinalmente. Al riguardo basterà citare l'autorevole parere di Meves (citato da Otte [21 pag. 463]): « Wir würden nach dem heutigen Stand unserer Kentnisse nicht berechtigt sein auzunehmen, dass durch die Quertrennung etwas wesentlich anderes bezweckt wird als durch die gewönlich vorkommende Längspaltung ».

Ad ogni modo, allo scopo di penetrare bene nel significato da darsi alle seconde divisioni nella spermatogenesi di *Stauronotus*, ho rivolto la mia attenzione su una speciale costituzione della sostanza cromatica quale si osserva di frequente appena avvenuta la 1.ª divisione.

In generale i cromosomi degli spermatociti di 2 ° ordine, appena intervenuta la 1.ª divisione, rimangono compatti, quali per esempio si osservano nelle varie figure 26, 27, 28). Altre volte invece i cromosomi prima di dividersi per la seconda volta, pure conservando perfettamente la propria individualità, perdono alquanto la loro compattezza, si allungano notevolmente ed assumono in generale un aspetto di ricciolo (fig. 31, 32, 33, 34). Tale stadio corrisponde a quello descritto sotto il nome di *intercinesi* da varî autori e specialmente da Gregoire (9). Un nome di tal genere non mi pare però che convenga allo stadio sopradescritto e che ricorre con una certa frequenza nella spermatogenesi di *Stauronotus*. Il nome di *intercinesi* mi sembra infatti che in modo più esatto debba essere riservato solo a quei casi in cui, come osserva per esempio Duesberg (5 pag. 28) nella spermatogenesi del topo, i cromosomi prima di dividersi per la seconda volta, entrano in uno stato di perfetto riposo.

Nello *Stauronotus* invece i cromosomi perdono solo alquanto la loro compattezza, senza perdere però affatto la loro individualità. Ed io darei a tale stadio piuttosto un significato teratologico ammettendo cioè, che se per ragioni non facili a determinarsi, la 2.ª divisione non sottentra immediatamente alla 1.ª, i cromosomi abbiano ancora prima di dividersi tendenza a quella disaggregazione che poi in modo completo si osserverà normalmente subito dopo la teleofase delle seconde divisioni. Per queste considerazioni per tale stadio della sostanza cromatica proporrei il nome di pseudointercinesi da contrapporsi all'*intercinesi* vera in cui è dato osservare uno stadio più o meno completo di riposo della sostanza cromatica.

Durante tale *pseudointercinesi* ricompaiono frequentemente quelle figure che si osservano negli spermatociti di 1.° ordine durante la formazione delle tetradi. Così nella fig. 31 si osserva una figura a racchetta così come la si osservava negli spermatociti di 1.° ordine (fig. 17) in cui si trattava però, non di una figura semplice come in questo caso, ma di due figure a racchetta l'una sovrapposta all'altra. Il ritrovare qui dopo avvenuta la 1.ª divisione una figura a racchetta semplice, potrebbe riguardarsi come una prova di quanto ho sopra già ammesso che cioè la 1.ª divisione abbia separata l'una dall'altra le due figure l'una all'altra sovrapposte.

Nella figura 32 è poi rappresentata una pseudointercinesi in cui è specialmente da rimarcarsi un lungo cromosoma diviso trasversalmente. Ad un cromosoma di tal fatto può avere dato origine il cromosoma a racchetta della fig. 31 ammettendo che esso si sia aperto e completamente divaricato. Così pure nella fig 34 in cui si osservano i cromosomi già inseriti al fuso, è specialmente degno di nota un cromosoma ad U. Anche questo cromosoma può farsi derivare dal cromosoma a forma di racchetta, e si può ammettere che con un ulteriore divaricarsi delle due branche dell'U prenda origine il lungo cromosoma della fig. 32.

Dati questi fatti, siccome nella seconda divisione vengono separate l'una dall'altra le due branche del cromosoma ad U, se si ammette lo schema da me proposto circa la formazione delle tetradi, e al quale mi riporto per maggior chiarezza, la 2.ª divisione deve pure ritenersi una divisione longitudinale, la quale separerebbe così parti omologhe di ciascun coniugante.

In conclusione quindi il meccanismo che presiederebbe alla 1.ª e alla 2.ª divisione di maturazione nella spermatogenesi di *Stauronotus,* non sarebbe sostanzialmente diverso da quello che presiede alle divisioni dei cromosomi somatici delle ordinarie cinesi.

L'eterocromosoma o cromosoma accessorio.

Già si è tenuto parola nelle pagine precedenti di tale eterocromosoma che pare veramente caratteristico nella spermatogenesi degli Ortotteri. Presente negli spermatogonî, in cui pare subisca tutti i mutamenti a cui soggiacciono durante le varie fasi gli ordinarî cromosomi, non è però sempre facile distinguerlo dagli altri cromosomi. Si può solo in linea generale ammettere che l'eterocromosoma ha tendenza spiccata ad isolarsi dagli altri cromosomi e talvolta si osserva persino rinchiuso in una specie di vacuolo (fig. 4). Negli spermatociti l'eterocromosoma è invece sempre bene evidente. Esso conserva per lo più una certa compatezza durante tutta la fase di accrescimento e lo si ritrova per lo più addossato verso la membrana dello spermatocito (fig. 10, 11, 12).

Durante le fasi di accrescimento anche l'eterocromosoma raddoppia la sua massa e subisce delle profonde modificazioni come si può vedere nelle varie figure. Qualche volta l'eterocromosoma appare poi sotto forma di gomitolo attorcigliato su sè stesso, come già venne osservato in altre spermatogenesi di Ortotteri. In complesso quindi l'eterocromosoma di *Stauronotus* non differisce da quello osservato da

Otte in *Locusta* e più recentemente da Mc Clung in *Xiphidium fasciatum* (15), mentre si distacca considerevolmente nella sua evoluzione da altri eterocromosomi i quali (per esempio in *Arphia tenebrosa* [4 tav. 7]) assumono durante il periodo di accrescimento una forma assai irregolare ed un aspetto quasi fioccoso.

Dopo essere cresciuto nella sua massa e dopo essersi variamente modificato, pur conservando sempre una certa compattezza, l'eterocromosoma di *Stauronotus* si ricurva sino ad assumere la forma a ferro di cavallo. E tale per esempio appare sul principio dell'anafase degli spermatociti di 1.° ordine (fig. 23). Come si vede poi in tale figura l'eterocromosoma passa indiviso in uno solo dei nuclei figli. Si inferisce quindi che solo metà degli spermatociti di 2.° ordine debbono contenere l'eterocromosoma Ed infatti anche in *Stauronotus,* come in moltissimi altri Acrididi, si osservano spermatociti di 2.° ordine con solo 11 ordinari cromosomi (fig. 26) e altri spermatociti invece con 12 cromosomi (fig. 27) in cui cioè si deve ammettere che sia presente l'eterocromosoma.

Il cromosoma accessorio si divide durante la 2.ª cinesi di maturazione e per lo più si ammette che esso si divida longitudinalmente. Solamente Otte in *Locusta viridissima* osserva che l'eterocromosoma si divide trasversalmente. Riguardo a tale questione conviene notare anzitutto che l'eterocromosoma in *Stauronotus* si presenta al principio dell'anafase della 1.ª divisione sotto forma di ferro di cavallo. Così pure in *Dissoteira Carolina* Davis (4 pag. 101) osserva un eterocromosoma ad U che all'incirca ha la stessa forma di quello di *Stauronotus.* Orbene Davis ammette che le due branche dell'U abbiano preso origine per il dividersi longitudinalmente di un corpo a forma di parallelepipedo e che le due branche sieno ancora rimaste unite da quella parte in cui appare la curvatura. Nel caso dello *Stauronotus* io sono invece più propenso a credere come ho già detto che l'eterocromosoma a ferro di cavallo abbia preso origine per l'accentuarsi della curvatura che l'eterocromosoma presenta già iniziata in uno stadio precedente (fig. 17 e 18). In tal caso l'eterocromosoma, dividendosi evidentemente (fig. 31) in modo che vengono separate l'una dall'altra le due branche, si dividerebbe trasversalmente e non longitudinalmente.

Nella fig. 35 è poi raffigurata una teleofase di 2.ª divisione in cui si osserva assai evidentemente in ciascuno dei nuclei figli l'eterocromosoma, di struttura ben compatta, mentre il restante della cromatina appare già disgregato. Nella figura 36 è invece raffigurata un'altra teleofase di 2.ª divisione in cui non vi è traccia di eterocromosoma. Gli spermatozoi che deriveranno da spermatidi di tal fatta conterranno evidentemente solo 11 ordinarî cromosomi; gli spermatozoi che deriveranno invece da spermatidi come quelli della teleofase della fig. 35 conterranno oltre gli 11 ordinarî cromosomi anche 1 eterocromosoma.

Dato questo dimorfismo riguardo al numero dei cromosomi, tra gli spermatozoi degli Ortotteri e anche tra gli spermatozoi di molti altri insetti, Stevens e specialmente Wilson (29 e 30) stabilirono recentemente una teoria sulla determinazione del sesso, secondo la quale, per quanto concerne gli Ortotteri, avverrebbe che, entrando nell'uovo uno spermatozoo con l'eterocromosoma, si determinerebbe nel futuro embrione il sesso femminino, e nel caso contrario il sesso mascolino. Tale teoria (che è perfettamente opposta ad un'altra meno recente di Mc Clung (13), secondo la quale il sesso maschile verrebbe determinato con l'entrata nell'uovo dello spermatozoo con l'eterocromosoma) trova poi la sua base nel fatto che veramente le cellule sessuali femminili degli Ortotteri contengono un cromosoma di più che non le cellule sessuali maschili.

Recentemente poi Correns (3) con alcune bellissime esperienze su vegetali è riuscito a dimostrare che tra le cellule sessuali maschili di *Brionia dioica* metà hanno tendenza a dare origine a individui maschi, e metà a dare origine a individui femmine. E, se si ammette che questa tendenza diversa osservata nelle cellule del polline da Correns trovi la sua espressione nel dimorfismo realmente esistente tra gli spermatozoi degli Ortotteri, di fronte al fatto che il complesso dei cromosomi delle cellule sessuali femminili degli Ortotteri può essere ristabilito, se entra nell'uovo uno spermatozoo con eterocromosoma, e che il complesso dei cromosomi delle cellule sessuali maschili viene ristabilito, se entra invece nell'uovo uno spermatozoo senza eterocromosoma, si deve conchiudere che almeno per gli Ortotteri è molto verosimile che la determinazione del sesso dipenda dall'entrata nell'uovo dell'una piuttosto che dell'altra sorta di spermatozoi.

PRINCIPALI CONCLUSIONI.

1.° Il numero dei cromosomi negli spermatogonî di *Stauronotus maroccanus* Thunb. è di 23 (22 più 1 eterocromosoma).

2.° Parecchie sono le generazioni di spermatogonî: nelle ultime specialmente i cromosomi appaiono più piccoli e di forma diversa che non nelle prime.

3.° La riduzione del numero dei cromosomi negli spermatociti in accrescimento è probabilmente da ricondursi ad una copulazione parallela di cromosomi omologi (senza fusione di coniuganti).

4.° Per mezzo di una specie di *diacinesi* vengono alquanto allontanati tra loro i coniuganti; le varie figure risultano poi da una divaricazione delle due metà longitudinali di ciascun coniugante.

5.° Ciascuna figura (eccetto quella a croce) è doppia perchè costituita da due figure l'una sovrapposta all'altra.

6.° La prima divisione è *riduttiva* perchè vengono separati i coniuganti.

7.° L'eterocromosoma passa indiviso in una sola metà degli spermatociti di 2.° ordine.

8.° I cromosomi degli spermatociti di 2.° ordine hanno tendenza prima di dividersi a perdere la loro compattezza e ad allungarsi notevolmente (fasi di pseudointercinesi).

9.° Nella 2.ª divisione di maturazione i cromosomi si dividono equazionalmente (divisione *omeotipica*).

10.° L'eterocromosoma si divide nella seconda divisione di maturazione probabilmente in senso trasversale.

BIBLIOGRAFIA

1. **Berghs I.** La formations de chromosomes hétérotipiques dans la sporogénèse végétale. La Cellule. Tome XXI, 1904.
2. **Boveri Th.** Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. G. Fischer, Jena 1904.
3. **Correns C.** Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes nach neuen Versuchen mit höheren Pflanzen. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1907.
4. **Davis H. S.** Spermatogenesis in Acrididae and Locustidae. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harward College. Vol. LIII, N. 2, December 1908.
5. **Duesberg I.** La spermatogénèse chez le rat. Leipzig, Engelmann, 1908.
6. **Fick R.** Zur Konjugation der Chromosomen. Archiv. f. Zellforschung. 1 Band, IV Heft, 1908.
7. **Giglio-Tos E.** e **Granata L.** I mitocondrî nelle cellule seminali maschili di *Pamphagus marmoratus* (Burm). Biologica, Vol. II, N. 4, 1908.
8. **Goldschmidt R.** Ist eine parallele Chromosomen Konjugation bewiesen? Archiv für Zellforschung. 1 Band, IV Heft, 1908.
9. **Gregoire V.** Les résultats acquis sur les Cinèses de maturation dans les deux regnes. La Cellule, Tome XXII, 1905.
10. **Häcker V.** Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. Ergebnisse und Forschritte der Zoologie. 1 Band, I Heft, Jena, Fischer, 1907.
11. **Janssens F. A.** La spermatogénèse chez les Tritons. La Cellule, Tome XIX, 1901.
12. **Mc Clung C. E.** The Spermatocyte divisions of the Locustidae. Kansas University Science Bulletin, 1902.
13. **Id.** The accessory Chromosome sex determinant? Biological Bulletin, Vol. III, 1902.
14. **Id.** The Chromosome Complex of Orthopteran Spermatocytes. Biological Bulletin, Vol IX, N. 5, 1905.
15. **Id.** The spermatogenesis of *Xiphidium fasciatum*. Kansas University Science Bulletin, 1908.
16. **Id.** Cytology and Taxonomie. Kansas University Science Bulletin, Vol. IV, N. 7, 1908.
17. **Meves F.** Ueber die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von *Salamandra maculosa*. Archiv. mikrosk. Anat., Vol. IIL, 1896.
18. **Id.** Es gibt keine parallele Konjugation der Chromosomen. Archiv. f. Zellforschung, 1 Band, IV Heft, 1908.

19. Miyake K. Ueber Reduktionsteilung in den Pollen mutterzellen einiger Monokotylen. Jahrbuch von wissensch. Botan. 42 Band, 1906.

20. Montgomery Ir. T. H. The spermatogenesis of *Syrbula* and *Lycosa* with general considerations upon Chromosome Reduktion and the Heterochromosomes. Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia, 1905

21. Otte H. Samenreifung und Samenbildung bei *Locusta viridissima*. Zoologische. Jahrbücher, 24 Band, Heft 3, 1907.

22. Schreiner A. und K. E. Die Reifungsteilungen bei den Wirbeltieren. Anatomischer Anzeiger, 24 Band, 1904.

23. Id. Ueber die Entwickelung der männlichen Geschlechtszellen von *Myxine glutinosa*. Archives de Biologie, Tome XXI, 1905.

24. Sinéty R. de. Recherches sur la Biologie et l'Anatomie des Phasmes. La Cellule, Tome XIX, 1901.

25. Strasburger E. Ueber Reduktionsteilung. S. B. Akad. Wissensch, Berlin, 1904.

26. Id. Die Stofflichen Grundlagen der Vererbung in organischen Reich. Jena, Fischer, 1905.

27. Robertson V. R. B. The Chromosome complex of *Syrbula admirabilis*. The Kansas University Science Bulletin. Vol. IV, N. 13, 1908.

28. Trinci G. L'evoluzione storica del problema della riduzione cromatica in rapporto all'attuale ipotesi dell'esistenza d'un tipo unico e fondamentale di maturazione nei due regni. Arch. di Anat. e Embr. Vol. VII, Fasc. I, 1908.

29. Wilson E. B. Studies on Chromosomes. Journal of experim. Zoolog., Vol. III, N. 1, 1906

30. Id. Studies on Chromosomes. Journal of experim. Zoolog. Vol. VI, N. 1, 1909.

31. Winiwarter V. Recherches sus l'ovogénèse et l'organogénèse de l'ovaire des Mammiféres. Arch. Biol., Vol. XVII, 1900.

Spiegazione della tavola.

Tutte le figure furono disegnate sul tavolo con la camera lucida *Abbe*. Lunghezza del tubo del microscopio 160 mm. Venne sempre usato *Zeiss*. Apocromatico. Immers. Omog. 3 mm. Apert. 1,40 con Ocul. Comp. 12.

Ingrandimento circa 1700 diametri.

Fig. 1 a 9. Spermatogonii.

Fig. 1, 2. Stadio di riposo di due diverse generazioni di spermatogonii.

Fig. 3, 4. Profasi di divisioni di spermatogonii. Nella figura 4 l'eterocromosoma è rinchiuso in una specie di vacuolo.

Fig. 5. Piastra equatoriale di una delle prime generazioni di spermatogonii con 22 cromosomi (manca probabilmente l'eterocromosoma).

Fig. 6, 7. Anafase di due tra le ultime generazioni di spermatogonii.

Fig. 8. Piastra equatoriale di una tra le ultime generazioni di spermatogonii con l'eterocromosoma (ac).

Fig. 9. Teleofase di divisione di una tra le ultime generazioni di spermatogonii.

Fig. 10. Giovane spermatocito.

Fig. 11. Giovane spermatocito con filamenti di cromatina disposti parallelamente.

Fig. 12. Spermatocito dopo il periodo di accrescimento. Copulazione parallela dei cromosomi (?).

Fig. 13. Anse cromatiche quadrivalenti con principio di *diacinesi* (?)

Fig. 14. Susseguente stadio di *diacinesi* (?).

Fig. 15, 16. Principio di formazione delle varie figure.

Fig. 17, 18. Le figure ad anello e a racchetta sono visibilmente costituite di due figure, l'una sovrapposta all'altra.

Fig. 19, 20, 21. Principio di formazione dei definitivi cromosomi (tetradi).

Fig. 22. Piastra equatoriale di uno spermatocito di 1.° ordine (11 tetradi e 1 eterocromosoma).

Fig. 23. Principio di un'anafase di 1.ª divisione. I cromosomi vanno allontanandosi dall'equatore del fuso. L'eterocromosoma indiviso a forma di ferro di cavallo è già vicino ad uno dei poli del fuso.

Fig. 24. Anafase di una 1.ª divisione.

Fig. 25, 26, 27, 28. Piastre equatoriali di uno spermatocito di 2.° ordine.

Fig. 29, 30. Anafase di seconde divisioni.

Fig. 31, 32, 33, 34. Metafase e principio di anafasi di seconde divisioni durante lo stadio di pseudointercinesi.

Fig. 35. Teleofase di seconde divisioni con eterocromosoma.

Fig. 36. Teleofase di seconde divisioni senza eterocromosoma.

RECENSIONI

Escheric K. — *Die Termiten oder weissen Ameisen.* — Leipzig 1909, Verlag von Dr. Werner Klinkhardt. Preis M. 6.

Da quando comparve la memoria dello Smeathman verso la fine del 700, il libro dell'Escherich è il primo in cui sia esposta complessivamente la vita delle termiti o formiche bianche come sogliono chiamarsi dai viaggiatori. Smeatham fu il rivelatore del mondo ignoto delle Termiti, e accadde di lui come di altri spregiudicati osservatori, che molte delle sue asserzioni che erano quasi incredibili, si sono trovate confermate da osservatori più recenti. Ne siano di esempio i funghi coltivati dalle Termiti, che ebbero conferma soltanto negli ultimi anni del secolo scorso, e soltanto dopo che furono scoperti i giardini di funghi delle formiche tagliafoglie dell'America.

Le Termiti sono difficili ad osservarsi. Mentre le formiche o la maggior parte di esse escono allo scoperto, le Termiti agiscono quasi sempre coperte da volte e gallerie che le celano assolutamente alla vista. Ci vogliono inoltre degli artifizi speciali per mantenerle in vita, in quelle condizioni di umidità senza le quali non possono prosperare. Grassi ha illustrato con ingegnosi sperimenti la vita delle due specie che abbiamo nella fauna italiana. Haviland, Silvestri, Sjöstedt, Holmgren, Doflein ed altri hanno raccolto osservazioni sulle specie esotiche. L'autore stesso del libro ha fatto un viaggio nella Colonia Eritrea, ed ha osservato il *Termes bellicosus,* la specie stessa studiata dallo Smeathman, di cui ha dato nel frontespizio un pittoresco acquarello, rappresentante la camera reale ed i suoi abitanti.

Nonostante queste investigazioni che ci hanno recato moltissime nozioni sulla vita delle Termiti, sui costumi, su le industrie loro. noi siamo del tutto al buio sulla psicologia di questi insetti. Pure alcuni ragguagli di psicologia sarebbero necessarii, se volessimo farci un'idea della costituzione della società delle Termiti. Gli stati delle Termiti, nella forma più complessa come ci si presentano in certe specie dei paesi tropicali, con la loro immensa popolazione, con le loro caste, la loro economia, le loro enormi costruzioni sono, come dice l'Escherich, il punto culminante della vita sociale degli animali.

C. Emery

Frassetto F. — *Lezioni di Antropologia.* — Vol. I. Roma, Bernardo Lux, 1909. Un volume in-8 di pag. 345 con molte figure. Prezzo L. 10.

Scrivere un trattato di Antropologia è cosa di grande difficoltà per i dispareri ed i dibattiti sempre vivi sui problemi fondamentali di questa giovine scienza. Ciò giustifica come da più d'un ventennio, nè in Italia, nè all'estero siano apparsi trattati di Antropologia. Viene quindi molto utile questo che il Prof. Fabio Frassetto dell'Università di Bologna presenta al pubblico degli studiosi e delle persone colte.

Il volume, scritto con intendimenti puramente didattici per gli studenti di Scienze, di Filosofia e Medicina, è utile anche ai medici ed ai giuristi; e, per il modo chiaro ed ordinato come è svolta la materia, può riuscire istruttivo e dilettevole alle persone colte, le quali vi troveranno dati precisi sulle questioni antropologiche più importanti.

Con questo primo volume s'inizia la raccolta delle lezioni che da varii anni il Prof. Frassetto impartisce nell'Università di Bologna. A questo primo seguiranno altri due volumi i quali, come avverte l'A. stesso, comprenderanno le istruzioni per le indagini antropologiche, la morfologia del corpo umano e le principali applicazioni pratiche dell'Antropologia. Così l'A. si propone di offrire un trattato completo a chi si interessa dello studio dell'uomo.

Schmeil-Raffaele. — *Elementi di Zoologia - Vertebrati.* — Remo Sandron, Editore, Palermo. Un volume in-8 con 246 incisioni e 11 tavole colorate fuori testo, di pag. 230, L. 2,50.

Id. id. — *Invertebrati.* — Remo Sandron, Editore, Palermo. Un volume in-8 con 216 incisioni e 7 tavole colorate fuori testo, di pag. 171, L. 2,50.

Con questi due volumi dello Schmeil che il Raffaele ha pensato bene di tradurre in italiano, la biblioteca delle nostre opere scolastiche per le scuole medie si è arricchita di un'opera veramente preziosa, e dobbiamo essere grati all'Editore Remo Sandron che si è sottoposto ad una spesa, certo non indifferente, per darci un trattato di Zoologia elementare quale da molto tempo si desiderava

Della bontà e dell'esattezza del testo sono garanzia i nomi dell'autore e del traduttore. Ma quello che rende sopratutto pregevoli questi volumi per l'insegnamento sono le numerose figure, delle quali molto sono realmente buone, ed in ispecie poi le tavole colorate annesse ai volumi.

Per chi conosce quanto siano importanti ed utili nell'insegnamento delle scienze naturali le figure esplicative, certamente molto più proficue che le minute ed aride descrizioni, e più favorevolmente accolte dai giovani, perchè parlano più vivamente ai loro sensi ed alla loro intelligenza, questi volumi riusciranno certamente graditi. Essi meritano di essere raccomandati, ed ognuno ne apprezzerà il valore tanto più in Italia, dove per le condizioni del commercio librario edizioni di questo genere, arredate di tavole a colori non ci è dato di vedere tanto sovente.

Ruta E. — *La psiche sociale. - Unità di origine e di fine.* — (« L'Indagine Moderna », N. V). Remo Sandron, Editore, Milano, Palermo, Napoli. Un volume in-8 di pag. 380, L. 7,50.

In questo originalissimo lavoro il Ruta si propone di dimostrare l'unità morale del genere umano con l'unità della storia del pensiero.

Il monogenismo naturale — propugnato per altre ragioni e seguendo altre vie dimostrative da illustri naturalisti contemporanei — viene validamente sostenuto, mercè ingegnosi raffronti di miti, di usi e costumi, di credenze comuni a popoli che nei tempi storici non ebbero alcun contatto fra loro.

È un'opera di polso, molto favorevolmente giudicata dalla Regia Accademia dei Lincei, la cui relazione è annessa al volume.

Nei primi capitoli l'A. succintamente espone le sue vedute riguardanti la filosofia naturale, la quale è fondalmentalmente d'accordo con gli ultimi postulati delle scienze sperimentali. Quindi nei capitoli successivi descrive lo sviluppo psichico che raggiunge la sua forma più alta nell'uomo, il quale diviene capace di *inventare l'inesistente,* di creare *l'utopia,* la grande molla della civiltà. E qui il pensiero originalissimo dell'A. si afferma, con la dimostrazione che l'utopia è una, malgrado l'infinita molteplicità di miti, come una è la scienza malgrado la molteplicità delle opinioni che la sua storia registra.

Gli ultimi capitoli offrono la prova dimostrativa — alla stregua dei fatti — dell'idea propugnata dall'A., il quale rievoca la storia dei popoli antichi, indiani, ebrei, cinesi, persiani, greco-italici, con larghissima erudizione, coadiuvata dall'attitudine specialissima ch'egli possiede nel trarre un senso universale da fatti, elementi, credenze, della natura più varia e più apparentemente difforme. Così egli viene alla conclusione che i persiani rappresentarono una forma intermedia tra gli asiatici e i greco-italici, gli uni e gli altri riassumendo a grandi tratti, ben determinati, il carattere predominante di un'unica forma di pensiero e di civiltà. Il volume rappresenta una potente sintesi storica, alla quale si può attingere vasta e profonda coltura.

Portigliotti G. — *San Francesco d'Assisi e le epidemie mistiche del Medio Evo.* — (Biblioteca « Sandron » di Scienze e Lettere, N. 44). Remo Sandron, Editore. Milano, Palermo, Napoli. Un volume in-16 di pag. 170, L. 2,50.

Ecco un libro che viene in buon momento, mentre un insolito fervore di ricerche si manifesta, nel campo delle discipline storiche, per la grande crisi religiosa cominciata alla metà del secolo XI, e svoltasi sin quasi fino al secolo XV.

Il Portigliotti, studiando il lato mistico del fenomeno con larghezza di vedute e su documenti accuratamente vagliati, viene a gettar nuova luce su questo periodo torbido.

Prima di presentarci al lume della scienza la figura ieratica del poverello d'Assisi, il Portigliotti rapidamente — come era giusto — rievoca l'ambiente storico. Così il lettore è succintamente informato delle grandi linee della lotta, che si svolse tra il clero potente, ricco e corrotto, e i riformatori, a capo dei quali si trovò Gregorio VII, papa Ildebrando, che doveva avere una sì misera fine.

La corrente riformista, alla quale faceva capo la parte del clero, per così dire democratica, ebbe una grande influenza sull'ambiente storico del duecento. Essa rappresentava una forte reazione alla corruzione generale dell'alto clero, e quindi doveva naturalmente presentare tutti i caratteri opposti : umiltà, castità, povertà. Ecco in quale ambiente nacque S. Francesco, ecco come fu possibile alla sua anima divenir naturalmente mistica.

Quindi il Portigliotti ci mostra a fondo la psiche del pietoso eroe, della quale ci fa la storia, con le relative allucinazioni, seguendolo passo passo nella sua missione. Ed ecco dietro a lui sorgere numerosi i seguaci, ecco una vera epidemia di misticismo, ecco le allucinazioni collettive, le follie, e in ultimo le immancabili crisi dell'Ordine.

L'interesse maggiore del volume risiede nel fatto che l'A. ci fa conoscere nella sua realtà un fenomeno, che finora dai più era giudicato come soprannaturale.

De Vries Hugo. — *Specie e varietà e loro origine per mutazione.* — Traduzione del Prof. Federico Raffaele, con ritratto dell'A. (« L'Indagine Moderna », N. VI e VII). Remo Sandron, Editore. Milano, Palermo, Napoli. Due volumi in-8, di complessive pagine XXIV-804, L. 16.

La teoria di Hugo de Vries si è rapidamente diffusa, portando un valido contributo alle scienze biologiche e alla dottrina dell'evoluzione. Un libro che ne dia succintamente l'esposizione con larga copia di fatti, non sarà dunque inutile ai cultori delle scienze naturali specialmente quando questo libro di volgarizzazione è redatto dallo stesso autore della nuova teoria.

Infatti il volume contiene le lezioni popolari che il De Vries dettò nell'estate del 1904 nell'Università di California, dietro invito di quel corpo accademico. Oltre le osservazioni e gli esperimenti compiuti personalmente dall'A., in queste lezioni si trova anche l'esposizione dei risultati ottenuti dal celebre Lutero Burbank, il geniale orticoltore della California, il quale ogni anno presenta nuove varietà originali di piante, di fiori, di frutta.

La teoria delle mutazioni del De Vries, secondo la quale le specie, a un dato momento della loro esistenza, attraverserebbero un periodo critico, durante il quale profondamente si alterano, presentando parecchi tipi diversi, che possono assumere tutto il valore di specie, non viene ad opporsi — come forse troppo facilmente è stato asserito — alla teoria dell'adattamento del Darwin. Le mutazioni rappresentano un fenomeno particolare, che può trovare il suo posto ben definito nella grande teoria dell'evoluzione, è un nuovo fattore che viene ad aggiungersi a tutti gli altri già noti, alla necessità del continuo divenire.

Ognun vede quindi come sia interessante conoscere questo libro, da un lato praticamente utile per le applicazioni che se ne possono fare all'agricoltura, all'orticoltura, alla floricoltura; dall'altro indispensabile per la conoscenza di una delle più geniali concezioni della scienza moderna.

Marco F. — *La meccanica dello spiritismo.* — G. B. Paravia e C., Torino. Un volume in-8 di pag. 153, L. 2,50.

L'A. di fronte alle constatazioni dei fenomeni medianici da parte di molte persone e specialmente di molti scienziati, su i quali non si può far a meno di avere fiducia, tenta di ricondurre tali fenomeni nella cerchia di quelli della materia, e servendosi della moderna ipotesi fisico-chimica degli elettroni spiega come la massima parte almeno di tali fenomeni possa spiegarsi come conseguenza della costituzione stessa della materia e degli elettroni vorticosi che la costituiscono. Dopo una succinta esposizione di questa moderna ipotesi egli passa a considerare i fenomeni di levitazione, di esteriorizzazione, di materializzazione, dei fenomeni acustici e luminosi, i fantasmi, i fenomeni termici, i segni grafici, i nodi, ecc e di tutti tenta di dare una spiegazione con la semplice ipotesi degli elettroni.

Chi si occupa di questo ramo, ancora assai incerto, della Biologia, troverà in questo libro cose che lo interesseranno e ammirerà il tentativo nobile dell'A. di ricondurre nella cerchia dei fenomeni della materia, i fenomeni così detti spiritici, che, se sono veri, pare vogliano sfuggire ad essa.

Gini Corrado. — *Il sesso dal punto di vista statistico. Le leggi della produzione dei sessi.* — Con 114 tavole statistiche, 3 diagrammi e 8 incisioni. Palermo, Remo Sandron, Editore. 1908. Prezzo L. 8.

È così generale l'interesse che suscita il tema della determinazione del sesso, che cultori dei più svariati campi della scienza ne trattarono: zoologi, quali R. Hertwig, Emery, Russo, Geddes e Thomson; anatomici, quali Raber, O. Hertwig, Lenhossèk; botanici, quali Haberlandt, Strassburger, Hever; zootecnici, quali Sanson e Lemoigne; medici, quali Scenk, Yanke, Gottstein; demografi, quali Hofacher, Sadler, Körösi, Bertillon, Stieda; biometrici, quali Heron, Woods, Pearson; economisti, come Edgeworth; astronomi, come Newcomb; allevatori, come Giron e Mategoute. Ma i risultati rimanevano sommamente incerti. Fondandosi ciascuno su di un campo di osservazione non sufficientemente ampio, i biologi giungevano quasi sempre a conclusioni opposte; mentre gli statistici, mancando per tal modo di un sicuro punto di partenza, diffidavano ormai, dopo alcuni insuccessi, della loro disciplina.

Lo scopo di questo libro del Gini fu di raccogliere i dati biologici e statistici sulle leggi della produzione dei sessi, di vagliarli e porli a raffronto, per procedere poi, su di una base sicura, all'esame di problemi nuovi, che solo i metodi della statistica matematica potevano risolvere.

Esso ha particolare riguardo alla distribuzione dei sessi nelle nascite umane, ma estende la ricerca anche alle specie animali e vegetali. Nascono, nella specie umana, più maschi che femmine: in media circa 106 maschi per 100 femmine: ciò è notorio; ma molti ritennero che vi fossero, nei paesi glaciali e nei torridi, fra le razze di colore o nelle colonie, eccezioni a tale regola. Con largo materiale statistico l'A. dimostra come queste pretese eccezioni non esistano. Nella Groenlandia e nelie Antille, in Australia e al Capo di Buona Speranza, nel Giappone e nelle Americhe, e così fra i bianchi come fra i gialli ed i negri, prevalgono nelle nascite, benchè in misura alquanto diversa da paese a paese, maschi. Non solo, ma le oscillazioni che questa eccedenza dimostra, in uno stesso Stato, da territorio a territorio, e, entro certi limiti, da tempo a tempo, si possono ritenere puramente accidentali.

Che ne è del rapporto dei sessi nelle specie animali e vegetali? Esso varia da specie a specie molto notevolmente e senza mostrare una stretta dipendenza dall'affinità biologica. Nelle piante e nelle specie animali superiori è pressochè costante; diminuisce di costanza di mano in mano che si discende la serie animale, fino a che di un rapporto sessuele specifico si può a mala pena parlare. Ciò farebbe a tutta prima pensare che il sesso del prodotto fosse in stretta dipendenza dell'ambiente, in cui esso si sviluppa o in cui i suoi genitori si trovano. Intorno all'influenza dell'ambiente sul sesso corrono due opposte teorie: biologi illustri, come Rolph, Geddes e Thomson, gli attribuivano un'influenza grandissima; biologi altrettanto illustri, come Strassburger e O. Schultze, un'influenza nulla o quasi. L'A. mostra come vi sono sotto questo rapporto differenze specifiche, forse anche individuali, molto notevoli. In generale, le specie inferiori, in cui le generazioni si succedono a breve intervallo, sono molto sensibili alla influenza dell'ambiente, un ambiente favorevole accrescendo le proporzioni delle femmine; le specie superiori, invece, a durata di generazioni più lunga (e l'uomo in particolare) non ne risentono le variazioni. Queste differenze si possono ritenere il risultato della cernita naturale.

La parte più interessante del libro è quella che tratta dell'eredità del sesso.

Quando noi vediamo una famiglia con molti maschi e un'altra con molte femmine, siamo tratti a ritenere che i due genitori abbiano tendenza diversa a produrre i due sessi. Difficilmente pensiamo che la differenza possa essere accidentale, simile a quella che si osserva fra il rapporto delle palle di più colori in due manciate di palle estratte a diverse riprese dalla stessa urna. L'A. dimostra invece che differenze consimili dipendono in massima parte dal caso e solo in parte minore (da 1 a 3 decimi) da differenza individuali. Questa constatazione diviene importante quando si tratta di decidere se il sesso del prodotto dipende in misura notevole dall'eredità. Il fatto che il caso ha tanta parte nella composizione dei sessi delle varie famiglie, fa sì che la correlazione tra le combinazioni dei sessi nelle famiglie dei figli e le combinazioni nelle famiglie dei loro genitori appaia meno stretta di quanto in realtà si manifesterebbe se l'influenza del caso venisse esclusa. Non tenendo conto di questa circostanza, alcuni biometrici inglesi erano giunti alla conclusione che la tendenza a produrre un certo sesso non si ereditava che in grado debolissimo; tenendone conto l'A. trova invece che l'eredità è molto più forte, probabilmente non inferiore a quella degli altri caratteri fisici.

Tale risultato ha a sua volta una notevole portata. Si dimostra infatti che « ammesso che esistano delle differenze individuali nella tendenza a produrre i due sessi e che in qualche parte si ereditino, i due genitori devono avere precisamente la stessa influenza sul sesso del prodotto ». È quello che l'A. chiama il *teorema dell'eredità bilaterale del sesso*. Andrebbe altrimenti crescendo continuamente nelle generazioni successive la proporzione degli individui di quel sesso che ha maggiore influenza nel determinare il sesso del prodotto.

Un altro capitolo è dedicato all'influenza che ha sul rapporto dei sessi l'anfimixi, ossia la fusione dei caratteri derivante dall'accoppiamento; un altro alla confutazione dell'idea, diffusa presso alcuni teologi e alcuni darwinisti, che la sovraeccedenza di un sesso nella popolazione adulta o nelle nascite di una certa epoca, provochi una insolita eccedenza del sesso opposto nelle nascite di quella popolazione o, rispettivamente, nelle nascite di un'epoca posteriore.

Chiude il libro un capitolo di indole generale sulla natura del sesso. Molti esperimenti di biologi provano che negli animali a generazione alternante la generazione sessuata è provocata, naturalmente o artificialmente, da condizioni di ambiente sfavorevoli. Nelle specie superiori, condizioni di sforzo aumentano l'attività delle funzioni sessuali; condizioni di inerzia, viceversa, la rallentano o la spengono. Ciò dà un serio fondamento biologico alla teoria che la fecondità diminuisca naturalmente dai popoli e dalle classi povere ai popoli e alle classi ricche, e spiega la circolazione delle nazioni e degli strati sociali.

Esaminando da ultimo i processi della fecondazione, l'A. trae argomenti per l'idea che la fecondazione non si debba compiere indifferentemente da questo o quello spermio; gli spermi più virulenti — diremo così, più maschili — hanno maggiore probabilità di fecondare l'ovulo. Si opera in tal modo una *cernita seminale*, la quale ha per effetto di far sorgere le variazioni sopratutto su gli individui di sesso maschile. L'influenza della scarsezza o dell'abbondanza del polline sui caratteri dei prodotti conferma questa teoria, la quale pare possa sostituire vantaggiosamente la teoria della *cernita sessuale* di Darwin, quasi universalmente abbandonata.

Queste le linee generali del lavoro, corroborato da cifre e notizie numerose e interessanti, nel quale il giovane A. ha dato nuova prova della pacata severità e dell'acume con cui è solito compiere le sue indagini.

Dampier Whetham William Cecil. — *Lo stato attuale della Fisica.* — Traduzione autorizzata dall'inglese e prefazione e note del Dr. Prof. Ignazio Caldarera. Un volume in-8 di pagine 341 con 6 ritratti e 39 illustrazioni, L. 9.

SOMMARIO : Prefazioni del Traduttore e dell'Autore. - Introduzione. - Le basi filosofiche della fisica. - La liquefazione dei gas e lo zero assoluto di temperatura. - Fusione e solidificazione. - I problemi della soluzione. - La conduzione dell'elettricità attraverso i gas. - Radioattività. - Atomi ed etere. - Astrofisica.

Da alcuni anni il più vivo interesse del pubblico è rivolto verso le scienze fisiche, dalle quali si attende quasi la spiegazione ultima del grande mistero della Natura. La scoperta del Radio scoprì nuovi orizzonti alle indagini, suscitò nuove ricerche, nuove teorie, nuove ipotesi che non rimasero circoscritte nello stretto àmbito scientifico, ma dilagarono in tutto l'ambiente colto. Poichè la nostra epoca ha come carattere speciale la coltura enciclopedica : non è permesso oggi ignorare, nelle sue grandi linee, il progresso che il pensiero umano compie nei campi più svariati. E questa divulgazione della coltura scientifica è aiutata dagli scienziati stessi, che, abbandonato il loro ermetico linguaggio sconosciuto ai profani, cercano, invece, di rendere le loro opere quanto più accessibili al pubblico colto.

Il Whetham appartiene alla benefica schiera di questi dotti e facili volgarizzatori. La sua opera è un poderoso lavoro di sintesi, nel quale gli ultimi risultati ottenuti in quei misteriosi gabinetti ove si compie l'anatomia delle leggi naturali, sono genialmente e facilmente esposti. L'A. non risponde a tutte le domande che il pensiero umano ansiosamente si pone ; chè egli mai oltrepassa i limiti che la serietà scientifica impone ad ogni scienziato, ma espone con facilità e chiarezza quanto finora si sa, nettamente distinguendolo da quello che può intravedersi sulla costituzione della materia, e mettendo in evidenza ciò che è *fatto,* per contrapporlo a ciò che è *ipotesi.*

Il suo libro potrebbe adunque definirsi come il *vade mecum* della moderna scienza fisica per ogni persona colta. Esso ci fa conoscere l'infinitamente piccolo, l'ione, e l'infinitamente grande, l'astro: il primo come elemento essenziale dell'atomo, il secondo come componente di un sistema stellare. È meravigliosa così la perfetta corrispondenza delle leggi di Natura, sia che esse ci si rivelino all'una o all'altra estremità di una grande serie di fenomeni fisici, che hanno la loro sede nell'impercettibile, perchè troppo piccolo, o nell'incomprensibile, perchè troppo grande. L'opera del Whetham circoscrive i giusti confini della nostra conoscenza attuale. Scientifica e filosofica a un tempo, essa mette in grado qualsiasi persona colta di misurare rigorosamente il cammino percorso dal pensiero umano nell'indagine della Natura.

INDICE DEL FASCICOLO

N. 11. — Cusmano G. - Sul grasso dell'artemia salina (Linn.) di Cagliari.

N. 12. — Trinchieri G. - Ricerche intorno alla distribuzione dell'elemento muscolare nell'esofago del cane.

N. 13. — Recensioni.

N. 14. — Rosa D. - Il valore filogenetico della neotenia.

N. 15. — Granata L. - Le divisioni degli spermatociti di « Xylocopa violacea » L. (Tav. XXI e XXII).

N. 16. — Artom C. - Cromosomi ed eterocromosoma nelle cinesi spermatogenetiche di « Stauronotus maroccanus » Thunb. (Tav. XXIII).

N. 17. — Recensioni.

" *Biologica* "

si pubblica in fascicoli di 150 pagine circa. 4 fascicoli formeranno un volume di approssimativamente 40 fogli di stampa in 8°, corredato di tavole, con figure intercalate nel testo e munito di un indice.

L'abbonamento è fissato per ogni volume al prezzo di L. 16 per l'Italia e di L. 18 per l'Unione postale ed è pagabile anticipatamente.

Gli abbonamenti si ricevono presso l' Editore **Carlo Clausen (Hans Rinck Succ.)** in **Torino,** via Po, n. 11, e presso i principali Librai d'Italia e dell'Estero.

Per quanto concerne l'Amministrazione, rivolgersi esclusivamente all'Editore stesso. Indirizzare invece lettere, manoscritti, libri, giornali e tutto ciò che riflette la Direzione del giornale, al Sig. Dott. Prof. **Ermanno Giglio-Tos** presso la **R. Università di Cagliari.**

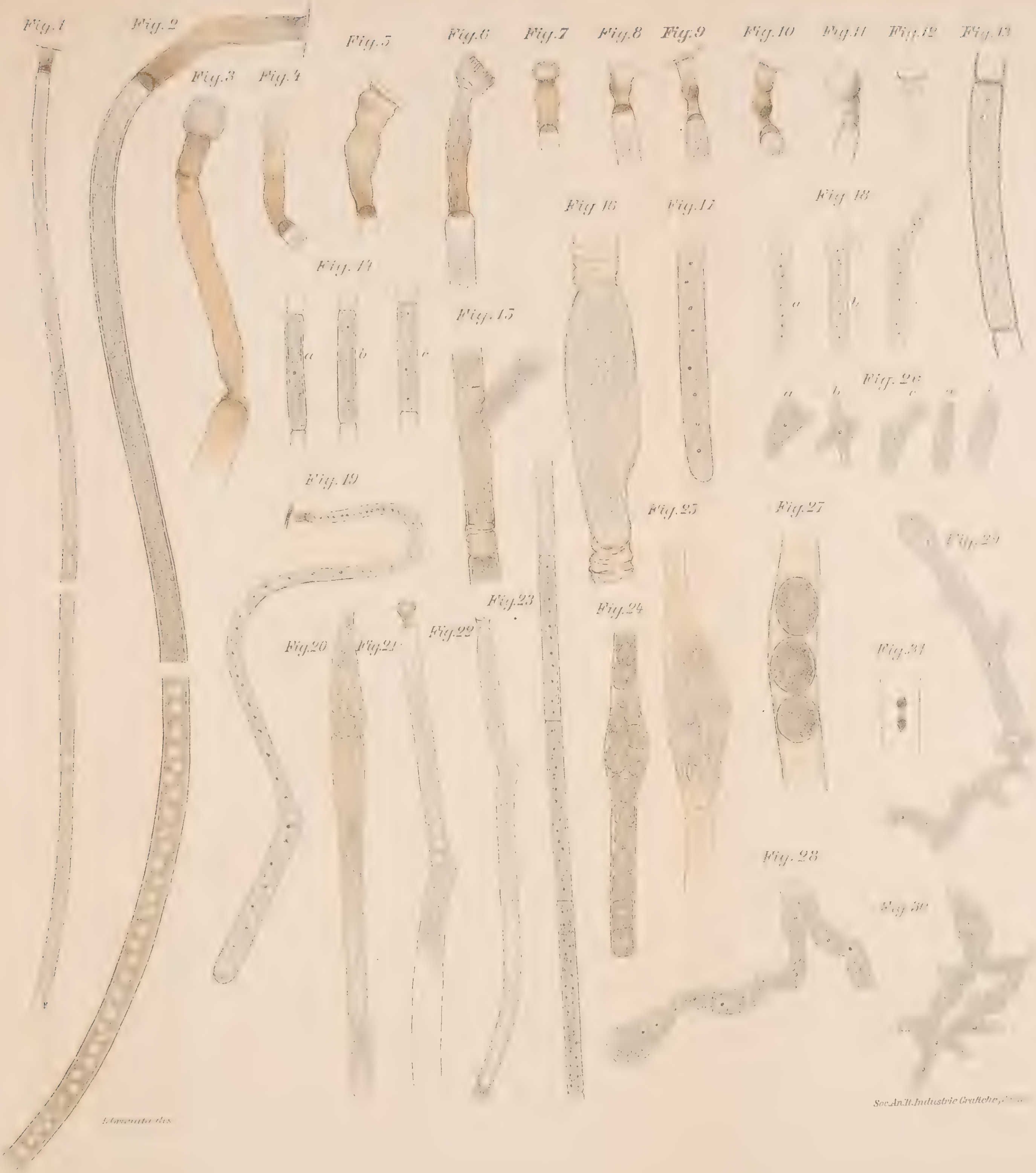


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
a
b
c
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 17
Fig. 18
a
b
Fig. 19
Fig. 20
Fig. 21
Fig. 22
Fig. 23
Fig. 24
Fig. 25
Fig. 26
a
b
c
Fig. 27
Fig. 28
Fig. 29
Fig. 30
Fig. 31

L.Macnutta dis.

Soc.An.It.Industrie Grafiche,

Fig. 1

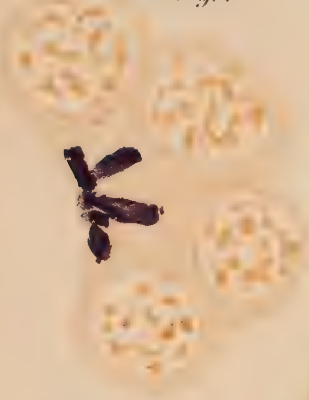


Fig. 2

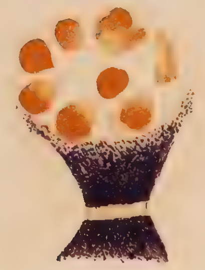


Fig. 3

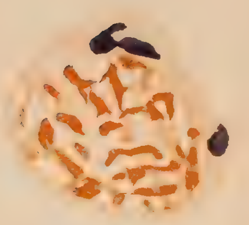


Fig. 4

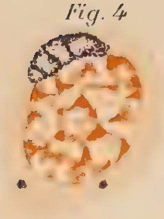


Fig. 5

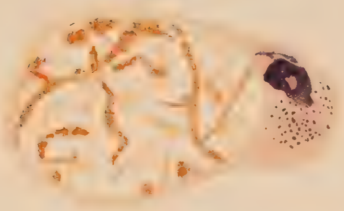


Fig. 6

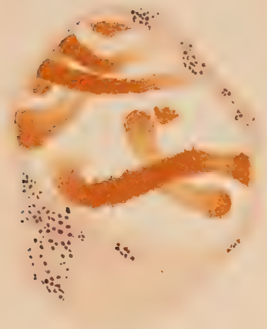


Fig. 7

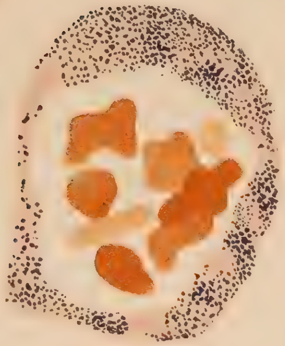


Fig. 8

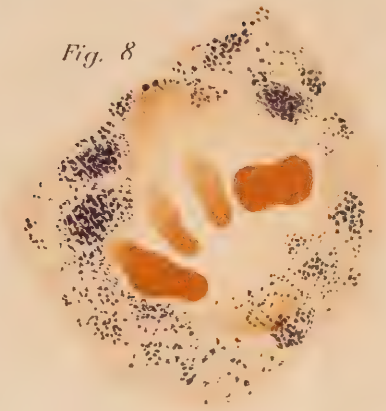


Fig. 9

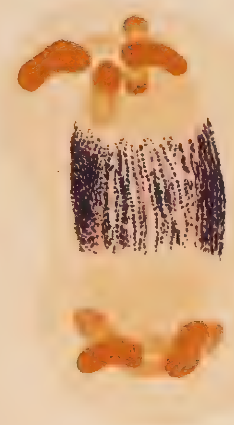


Fig. 10

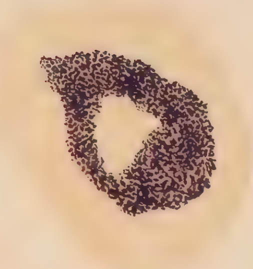


Fig. 11

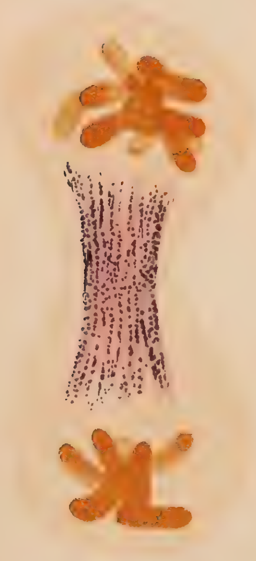


Fig. 12

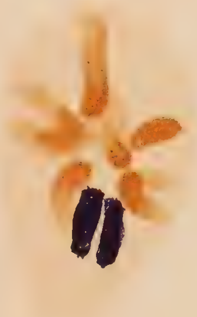


Fig. 13

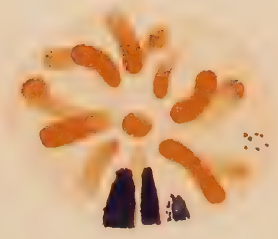


Fig. 14

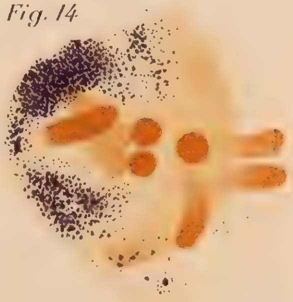


Fig. 15

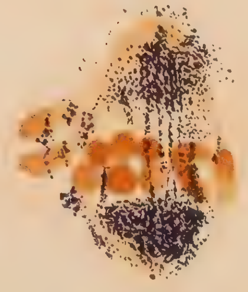


Fig. 16

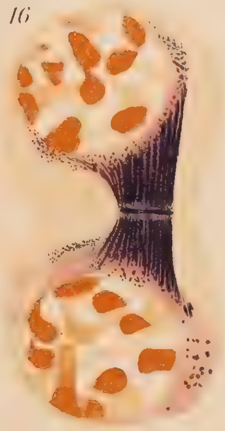


Fig. 17

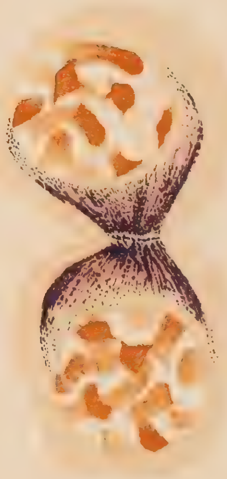


Fig. 18

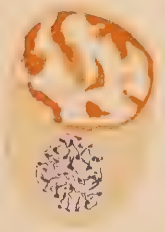


Fig. 19

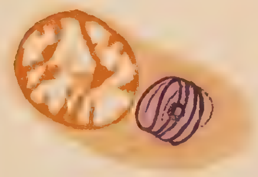
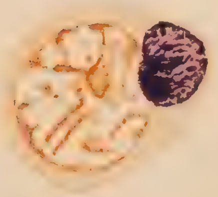


Fig. 20



Granata dis.

Soc. An. It. Industrie Grafiche · Torino

Fig. 1

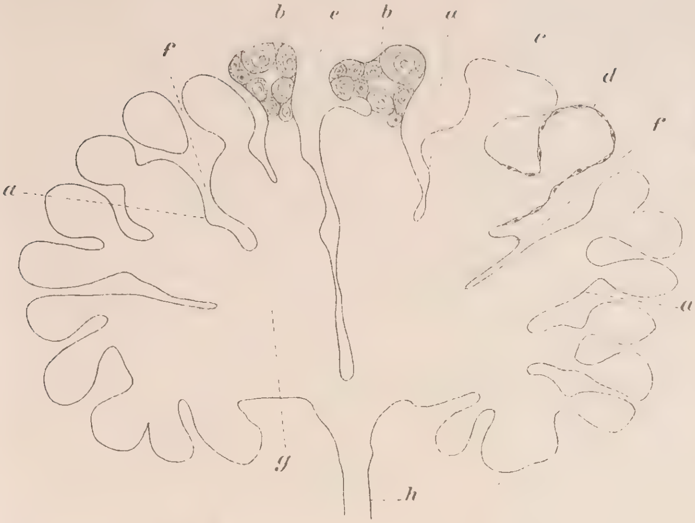

b
e
b
a
c
f
d
f
a
a
g
h

Fig. 8

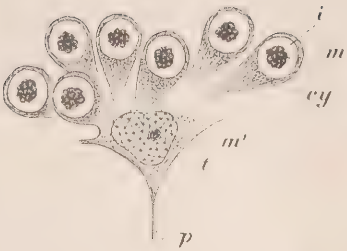


Fig. 9

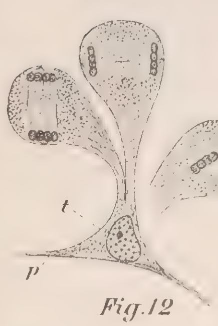


Fig. 10

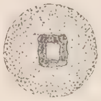


Fig. 11

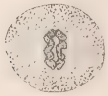


Fig. 12

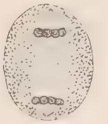


Fig. 2

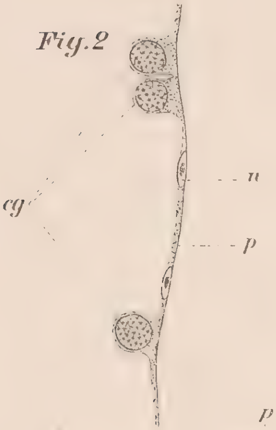


Fig. 3

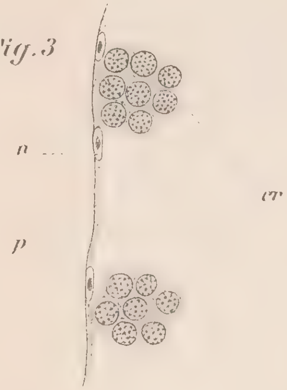


Fig. 13

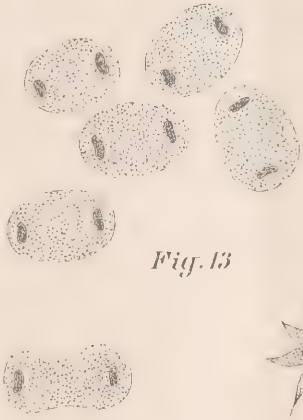


Fig. 14

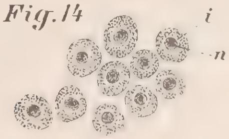


Fig. 15

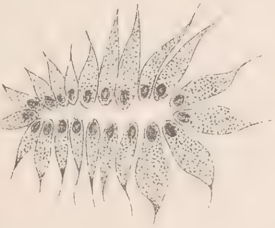


Fig. 4

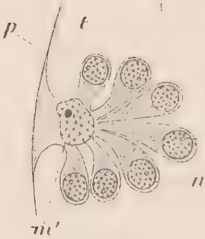


Fig. 5

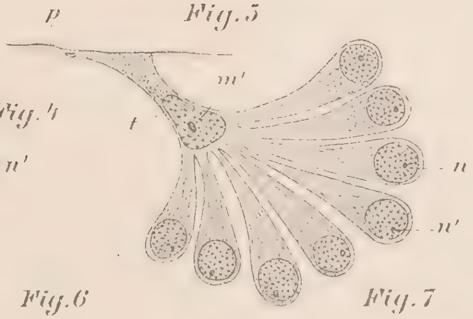


Fig. 16

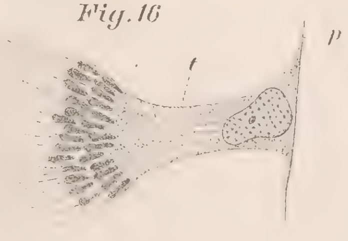


Fig. 6

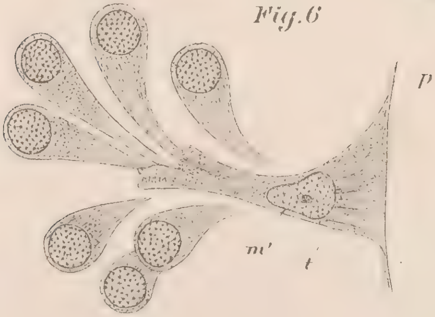


Fig. 7

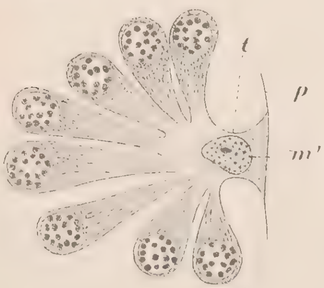
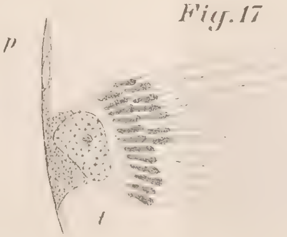
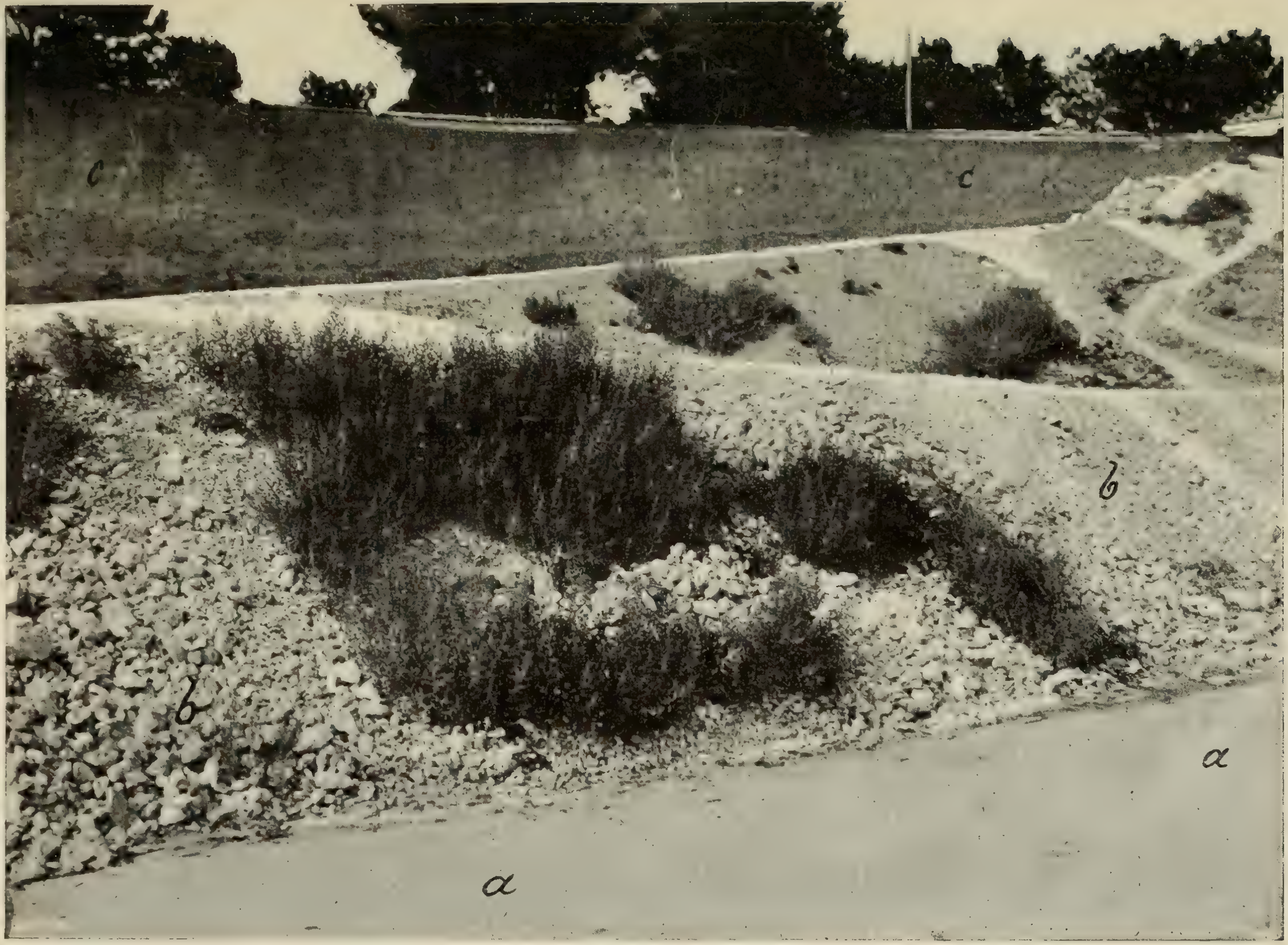


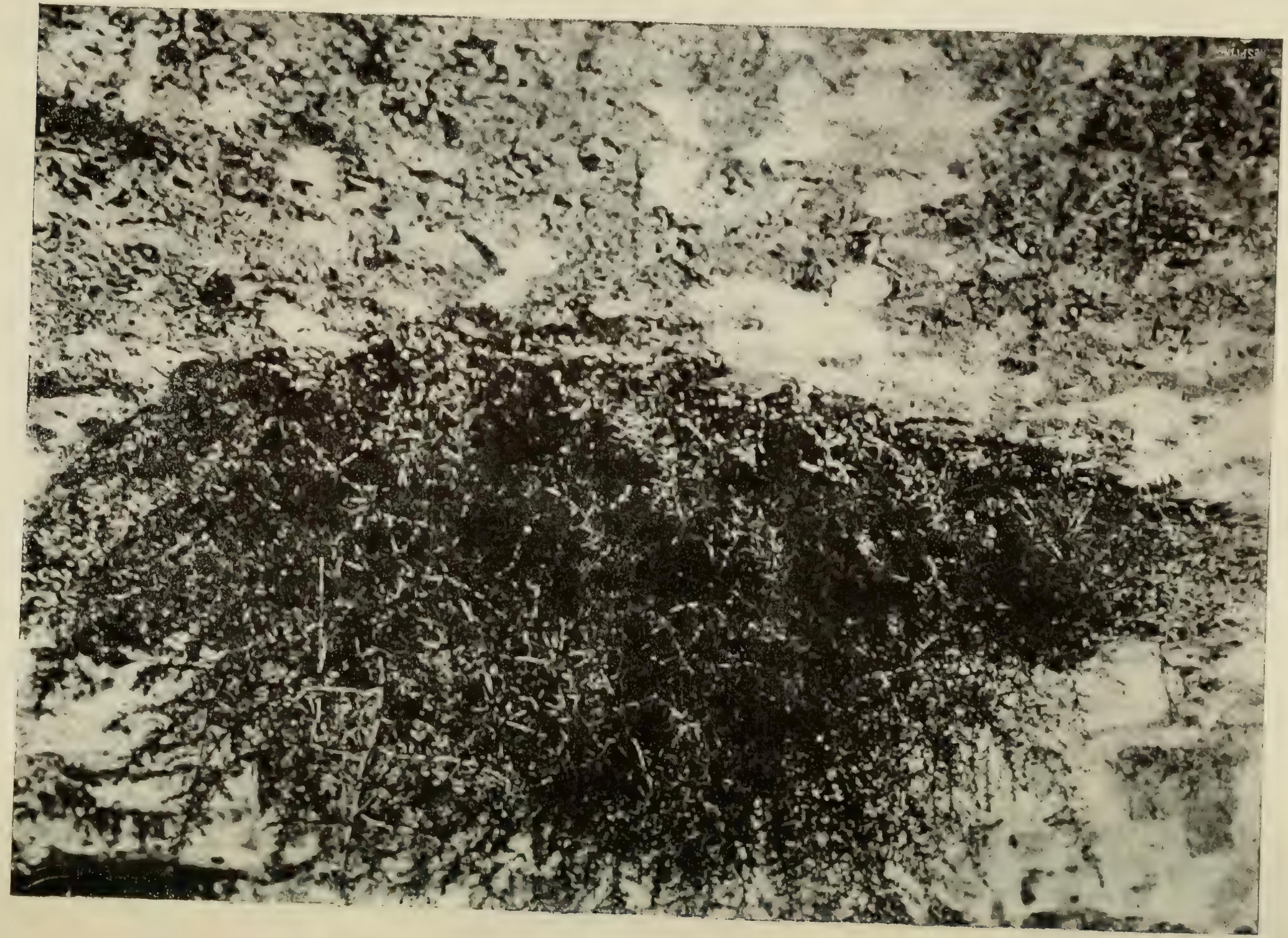
Fig. 17



Capua Giuffrè dis. Lit. Salussolia, Torino


c
c
b
b
a
a

Tav. 5.



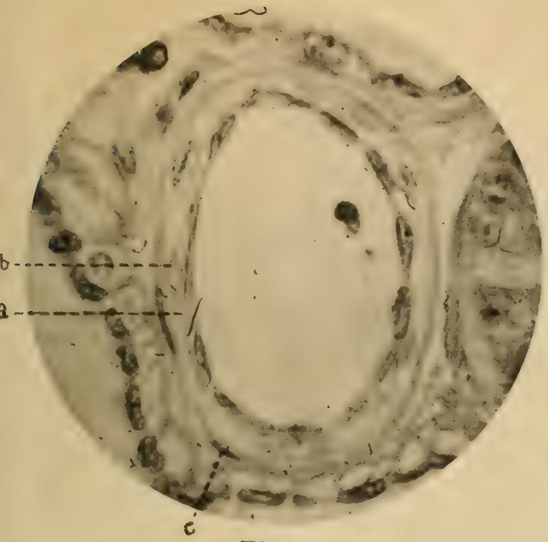


Fig. 1

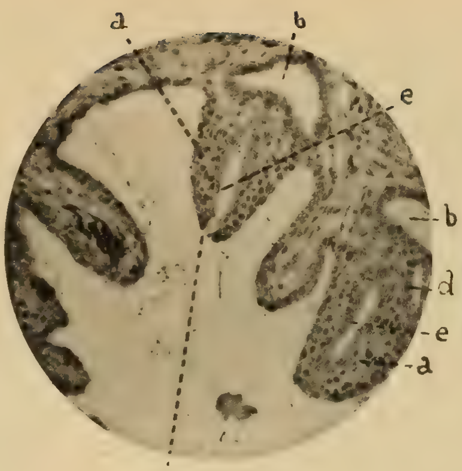


Fig. 2

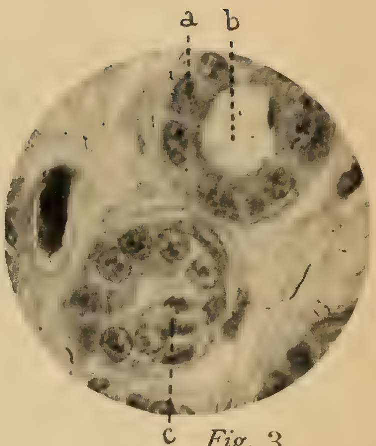


Fig. 3

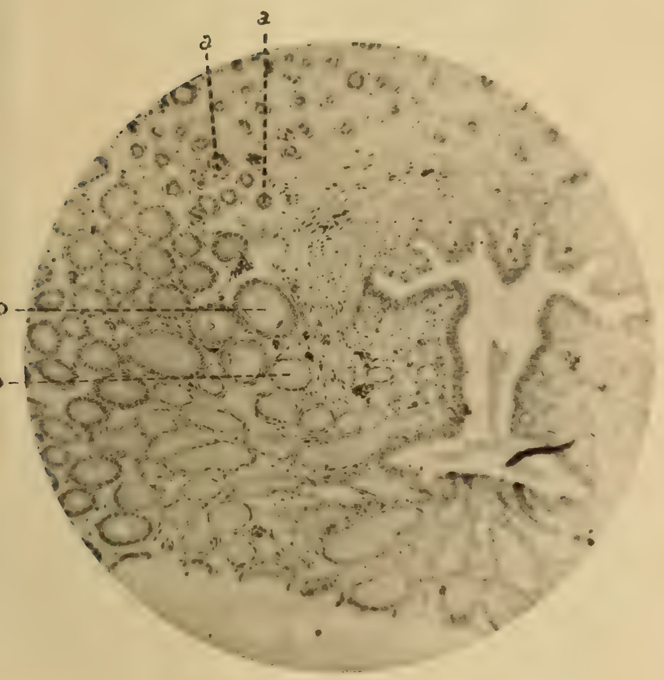


Fig. 4

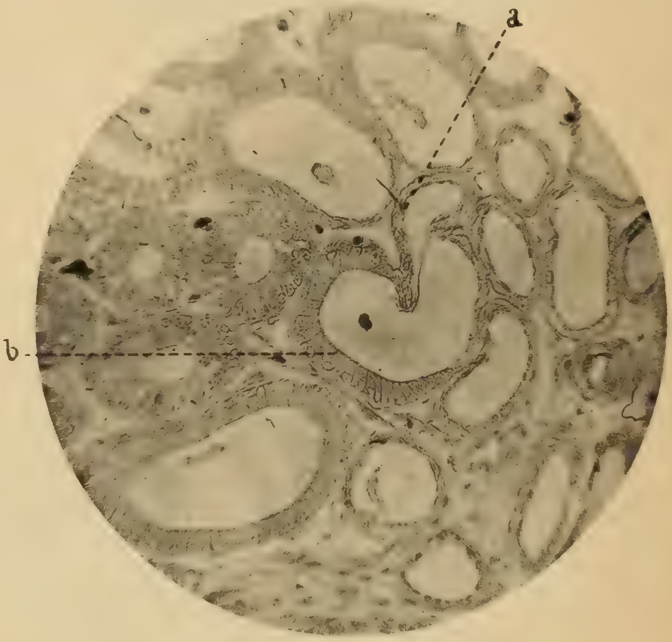


Fig. 5

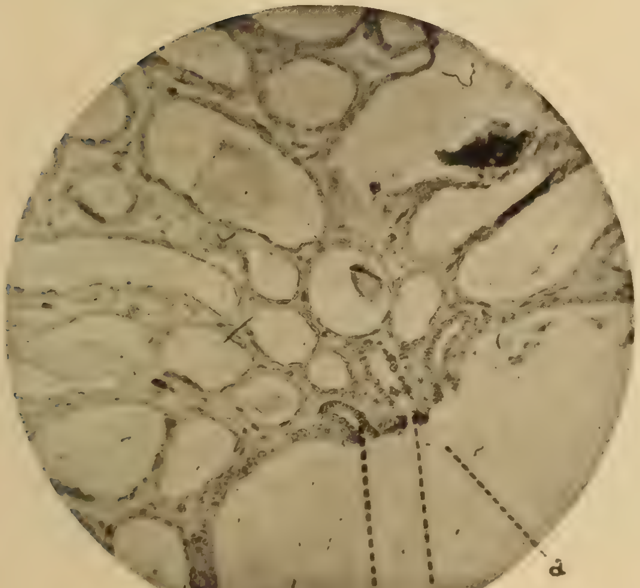


Fig. 6

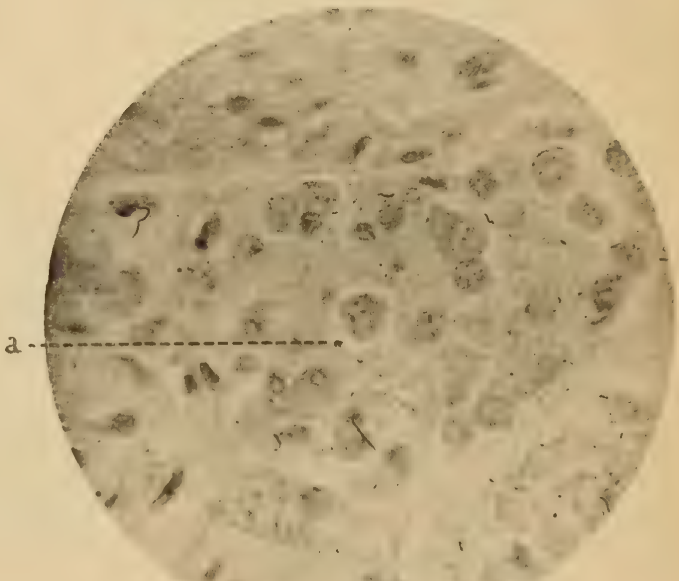


Fig. 7

ELIOT. CALZOLARI & FERRARIO-MILANO

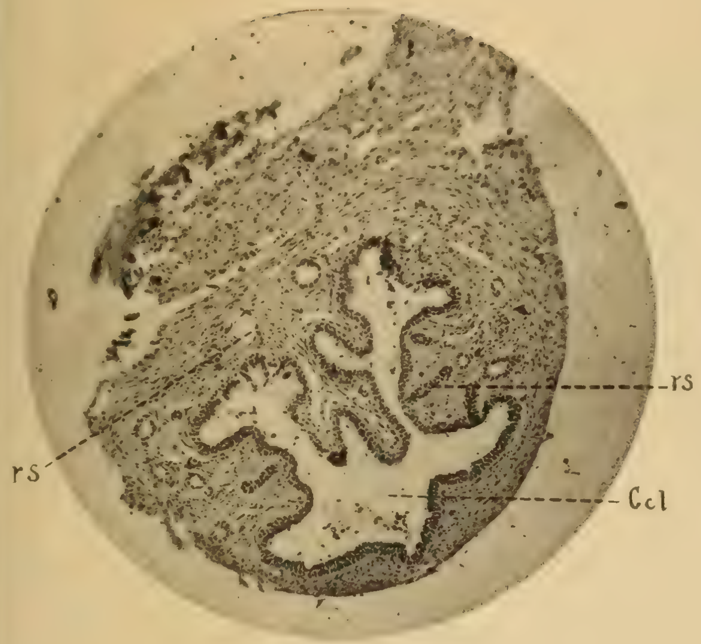


Fig. 1

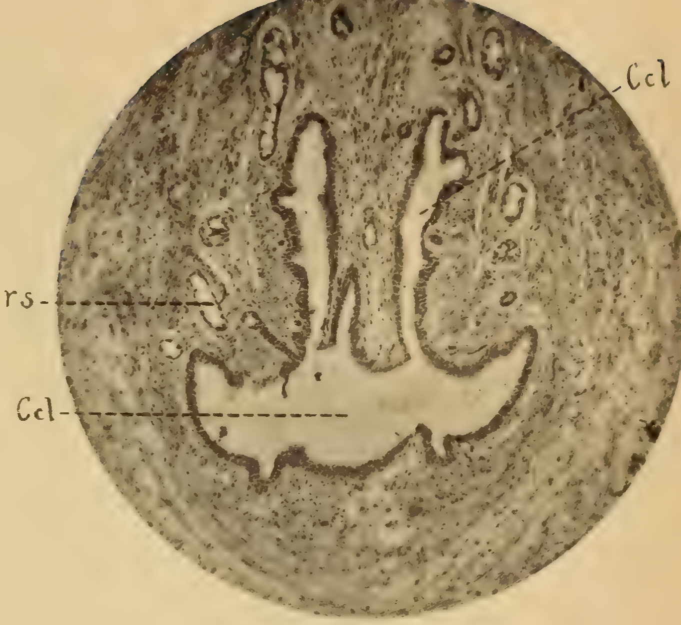


Fig. 2

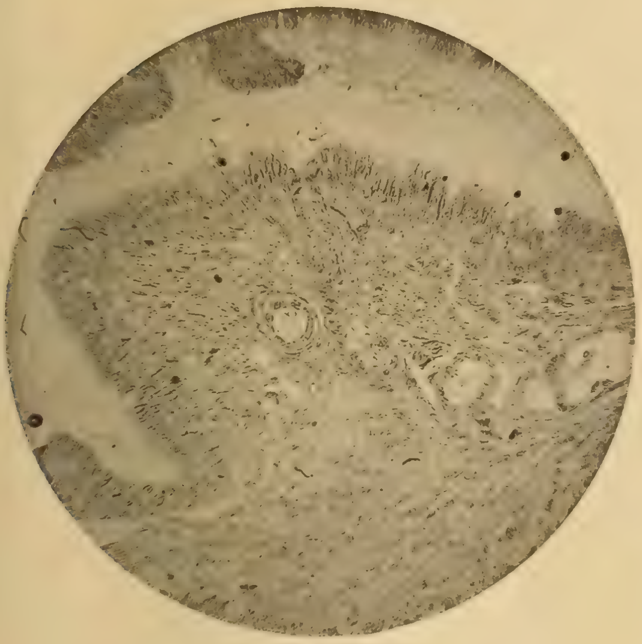


Fig. 3

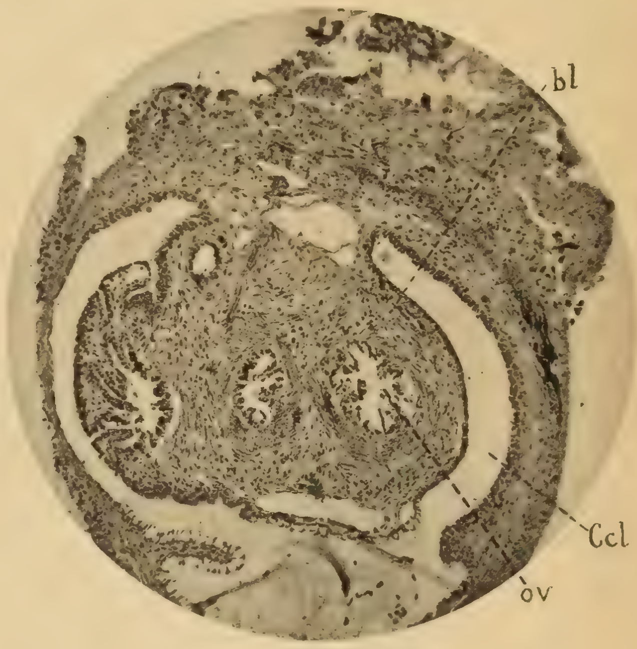


Fig. 6

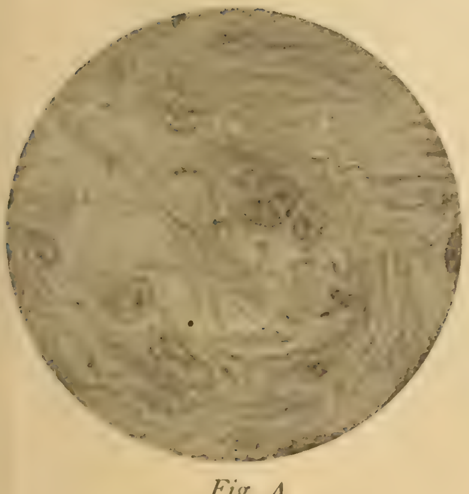


Fig. 4

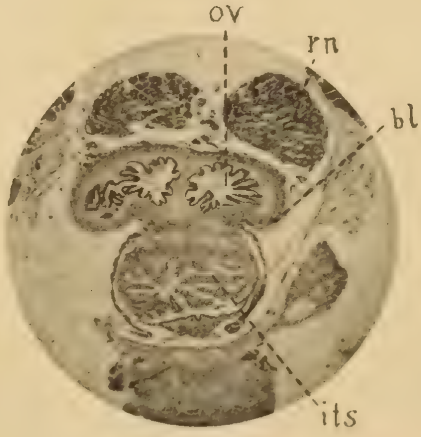


Fig. 5

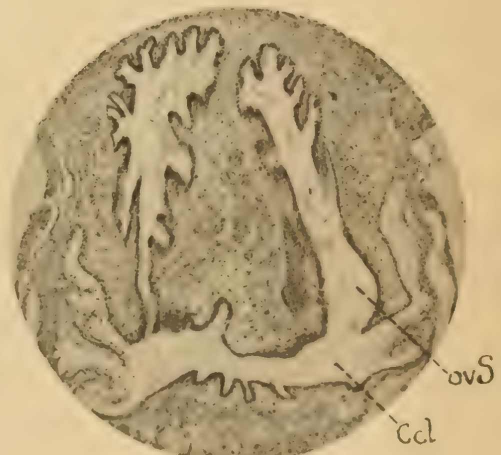


Fig. 7

ELIOT. CALZOLARI & FERRARIO - MILANO

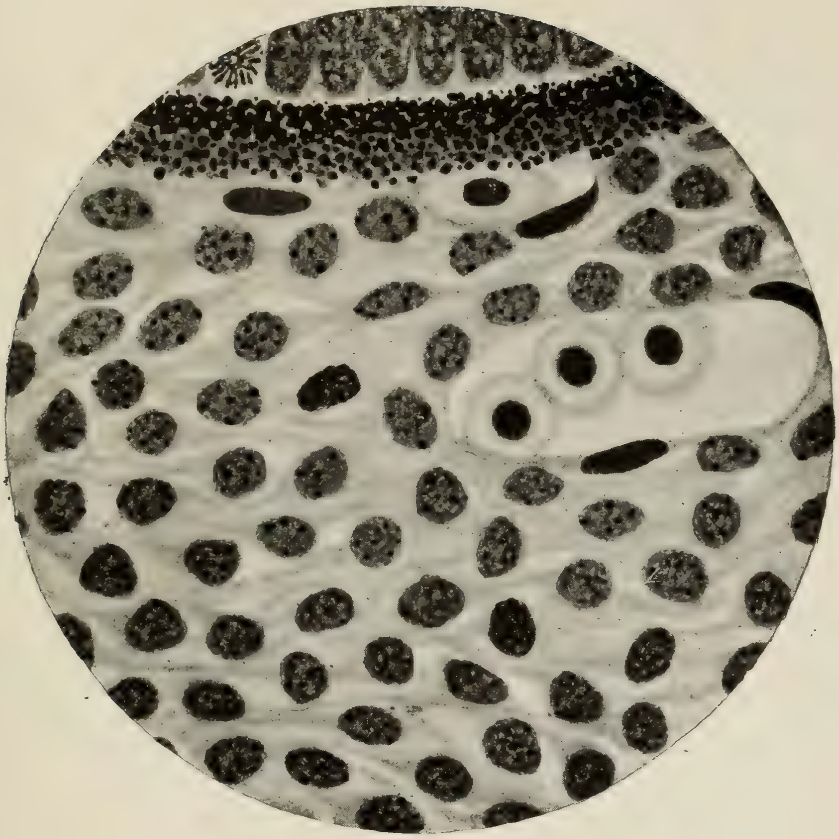


Fig. 1

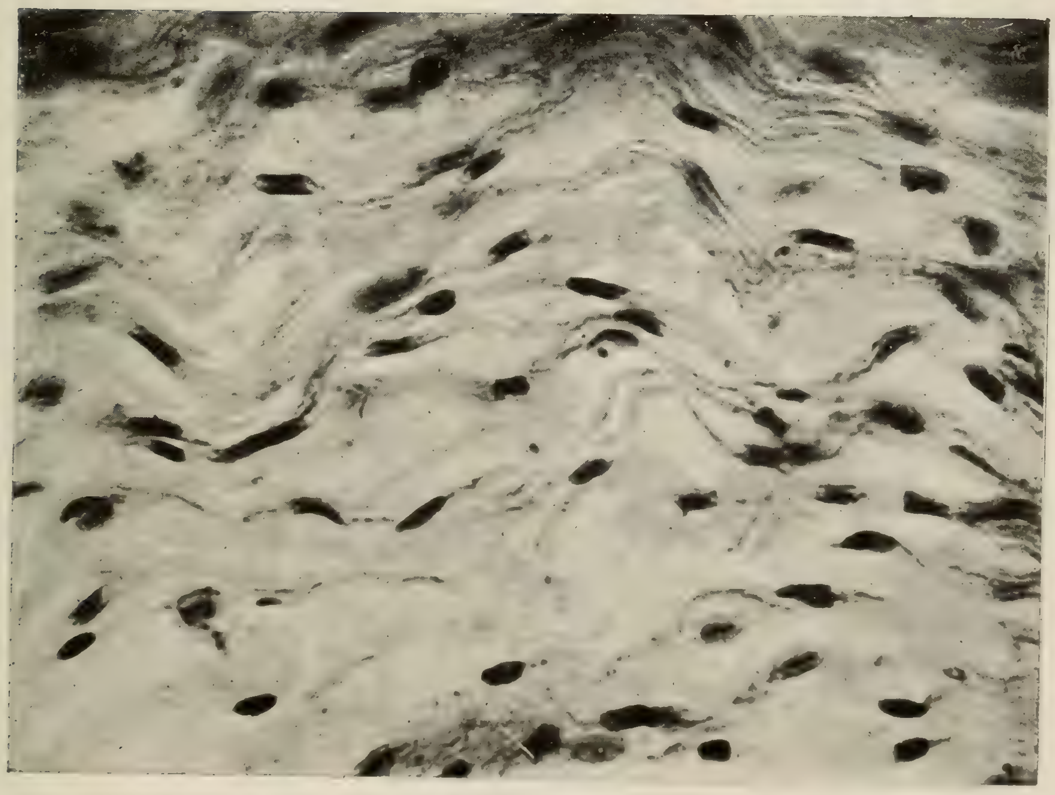


Fig. 2

Dott. ORLANDO PES *preparò e microfotografò*

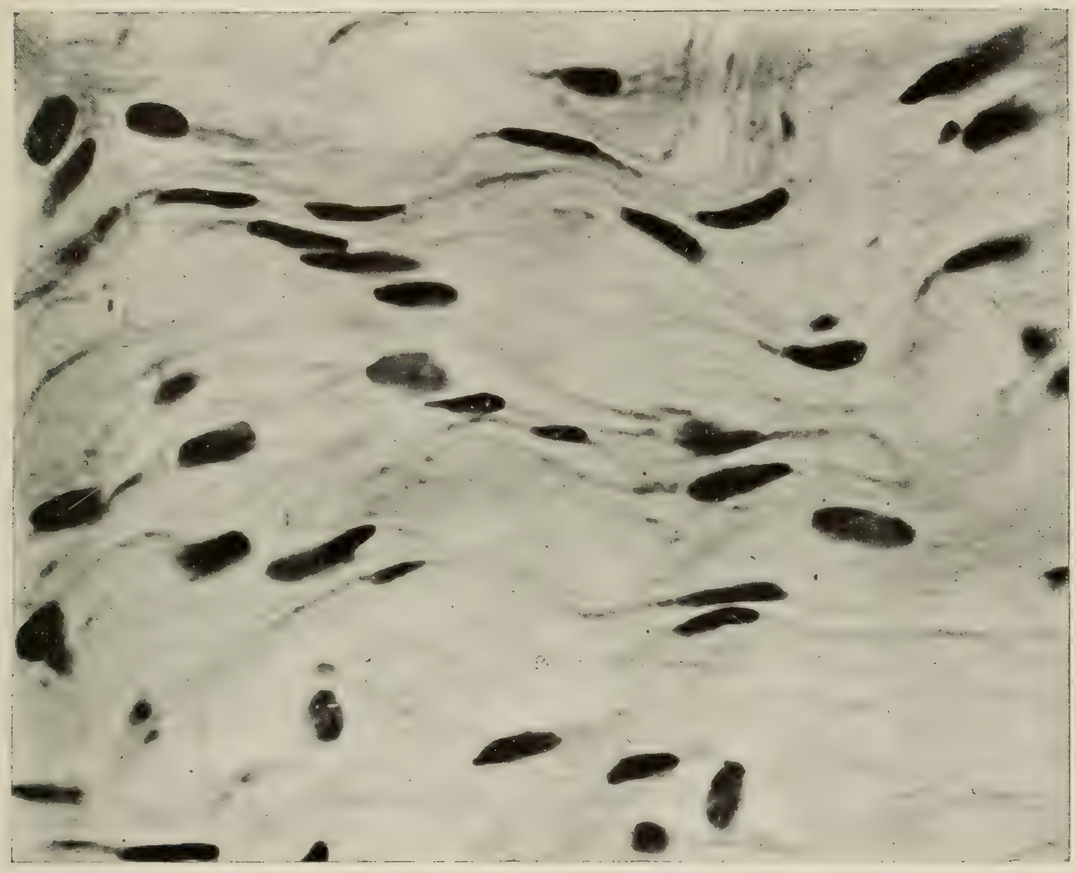


Fig. 3

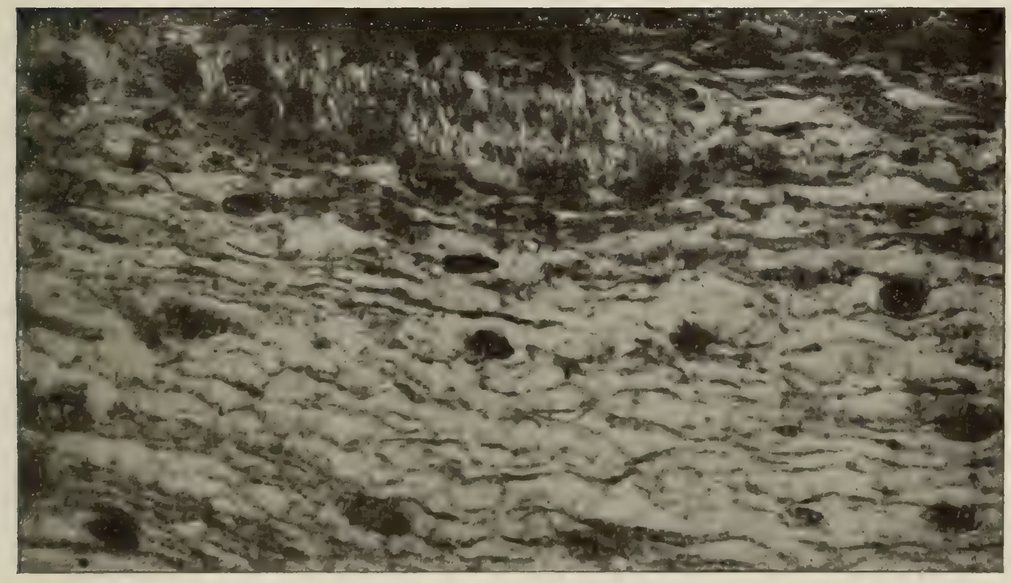


Fig. 4

Dott. ORLANDO PES *preparò e microfotografò*

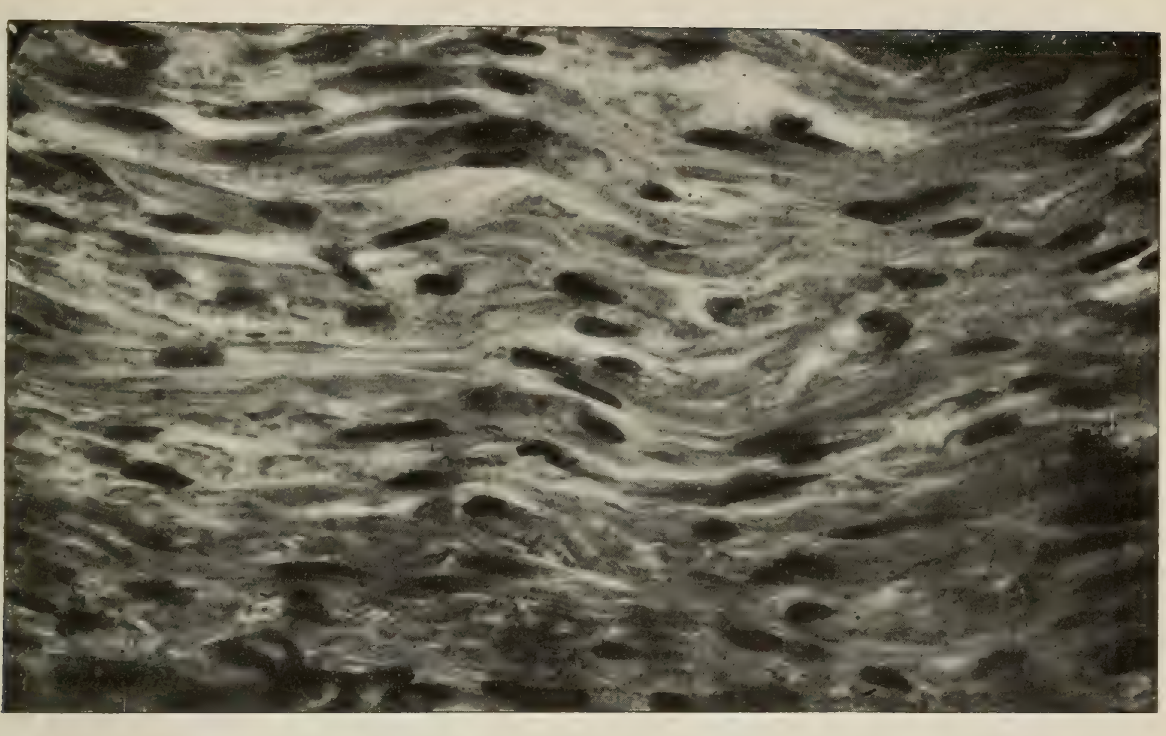


Fig. 5

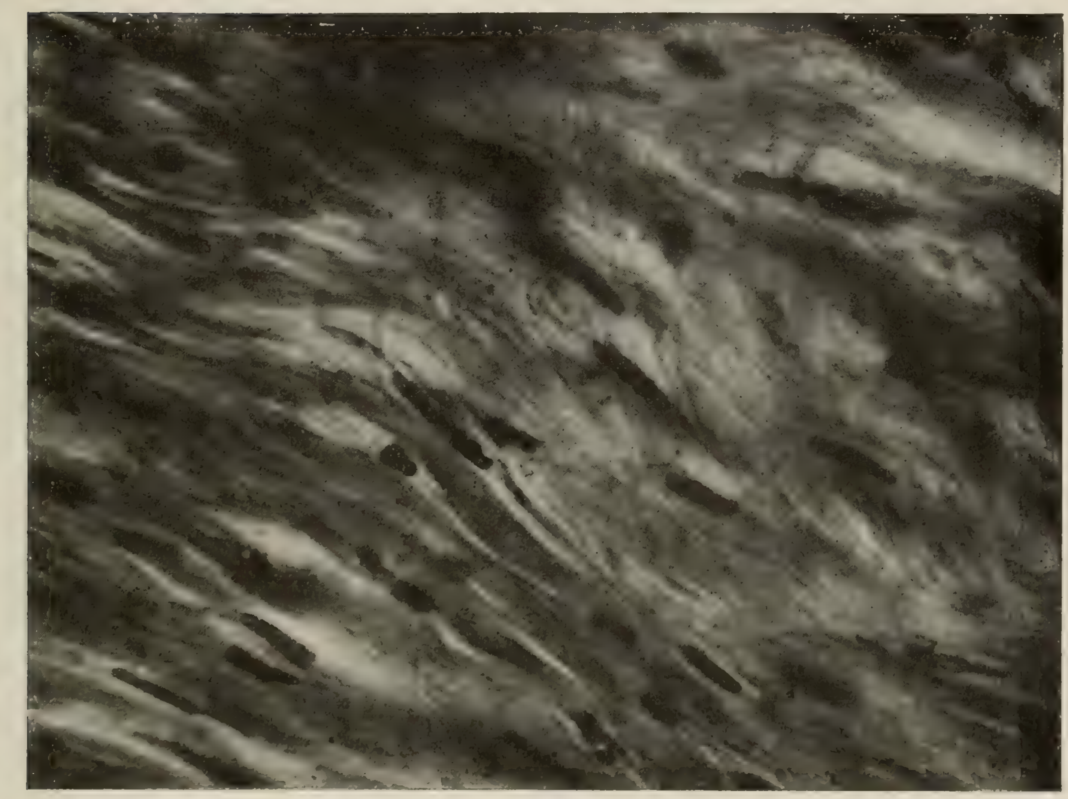


Fig. 7

Dott. ORLANDO PES *preparò e microfotografò*

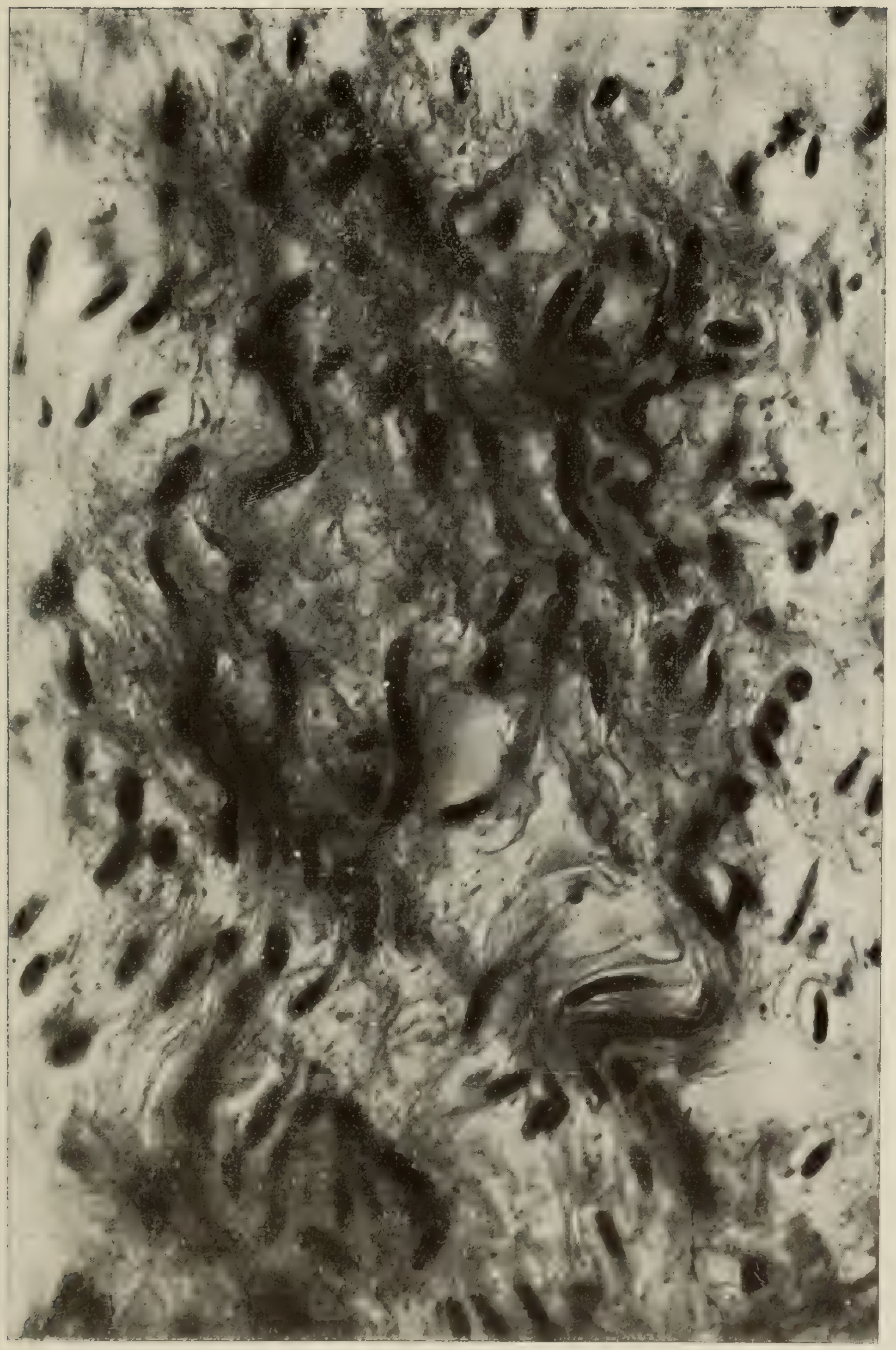


Fig. 6

DOTT. ORLANDO PES *preparò e microfotografò*

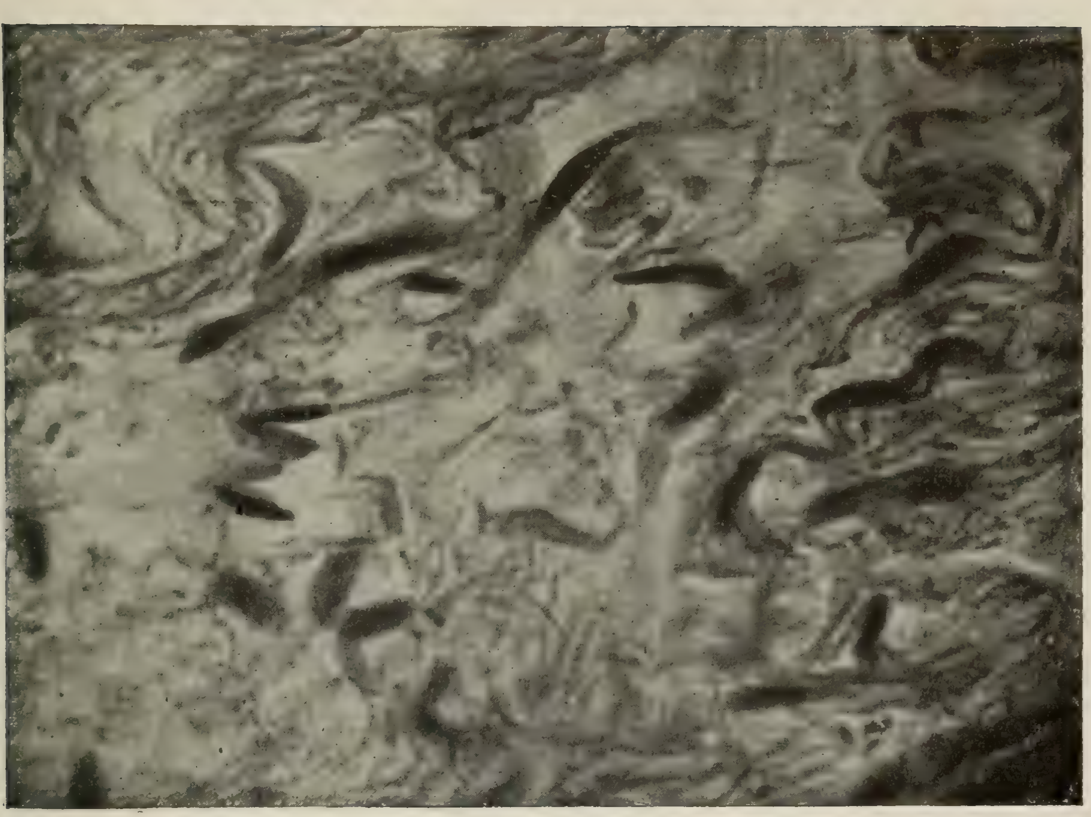


Fig. 8

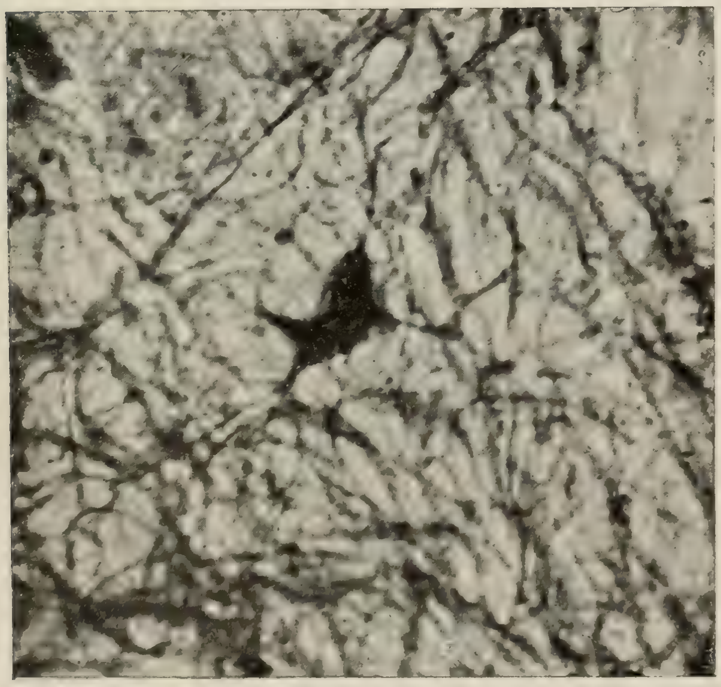


Fig. 9

Dott. ORLANDO PES *preparò e microfotografò*

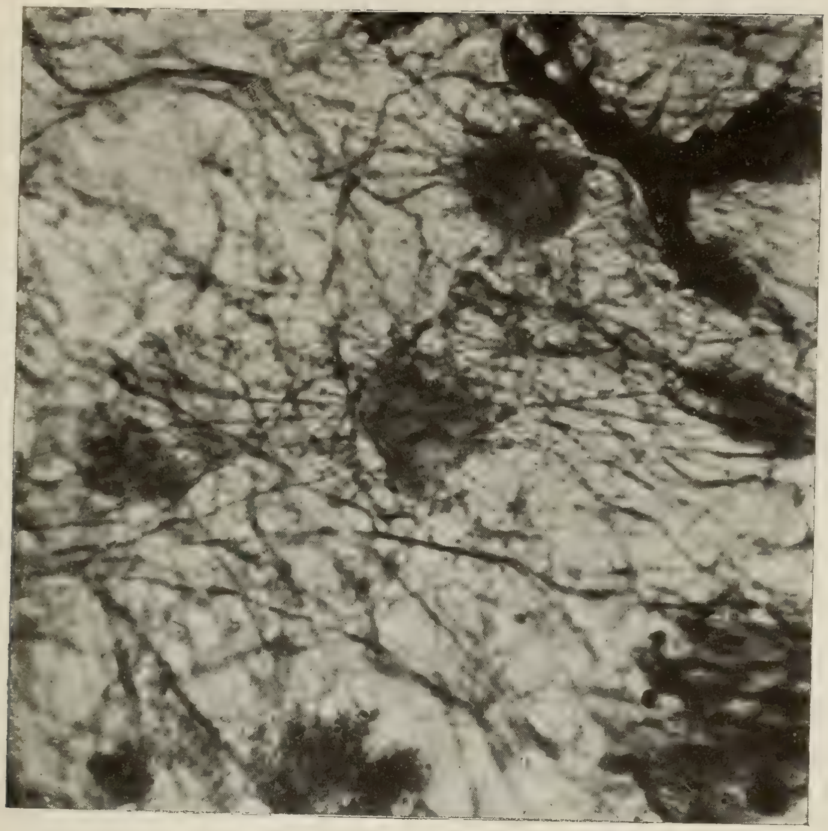


Fig. 10

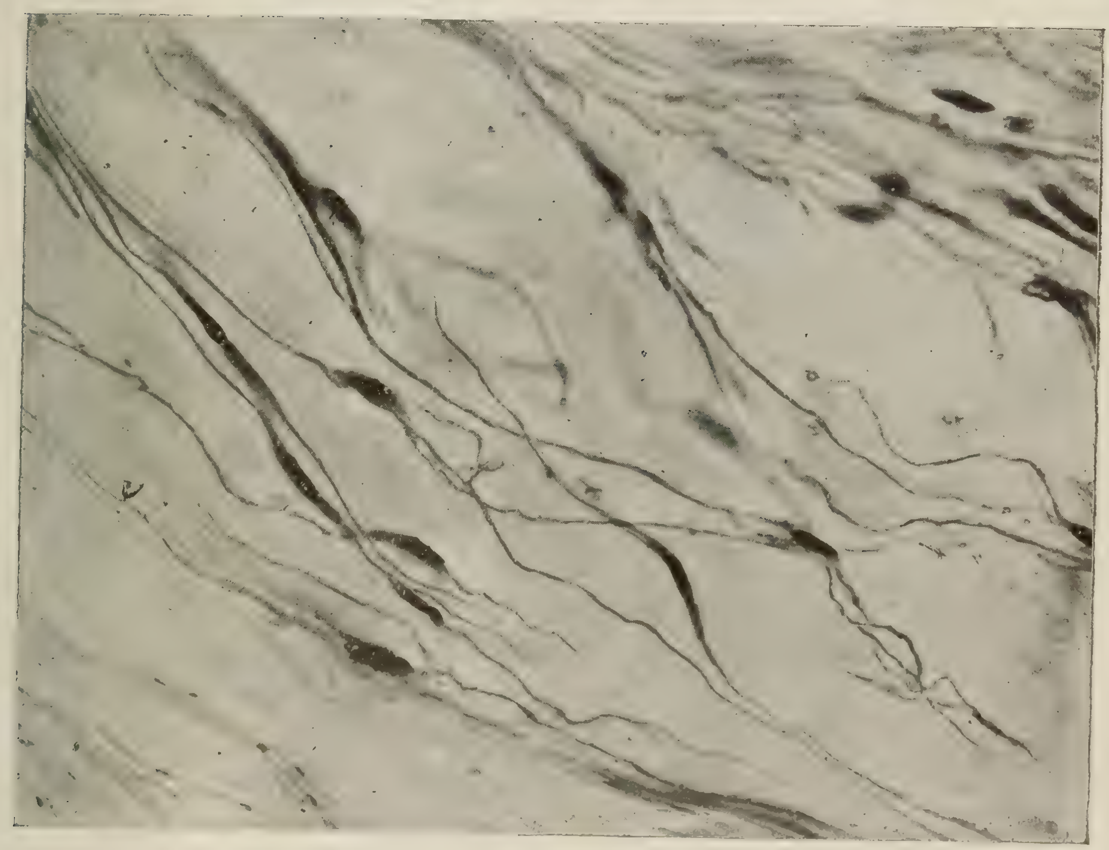


Fig. 11

Dott. ORLANDO PES *preparò e microfotografò*

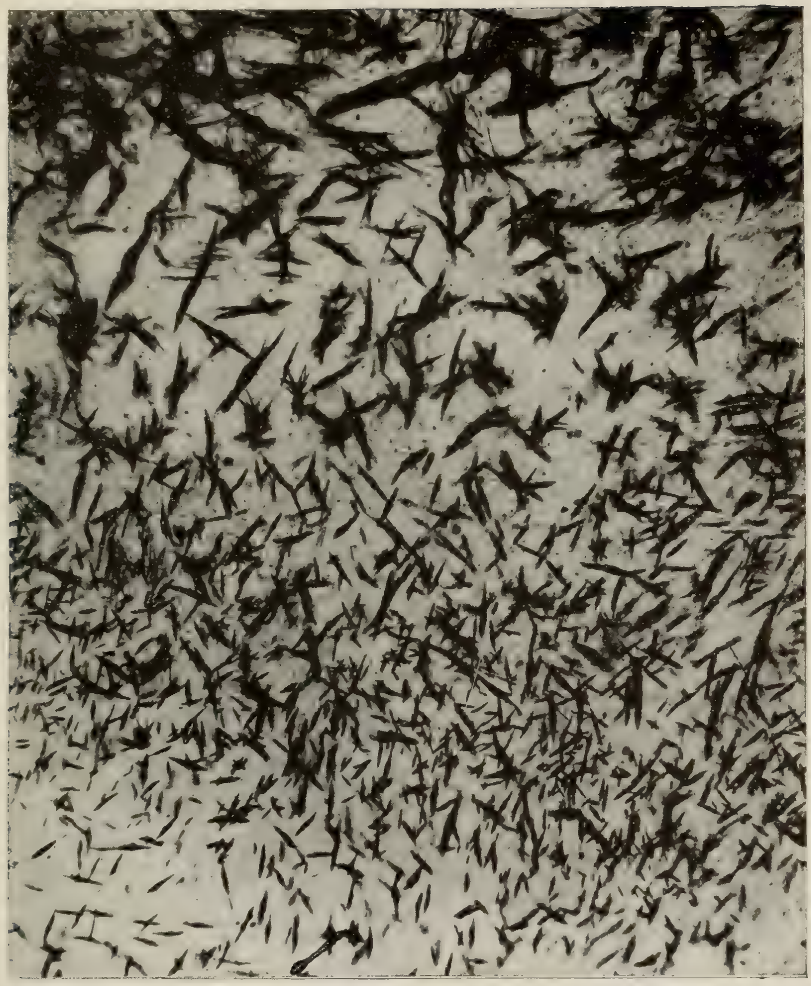


Fig. 12

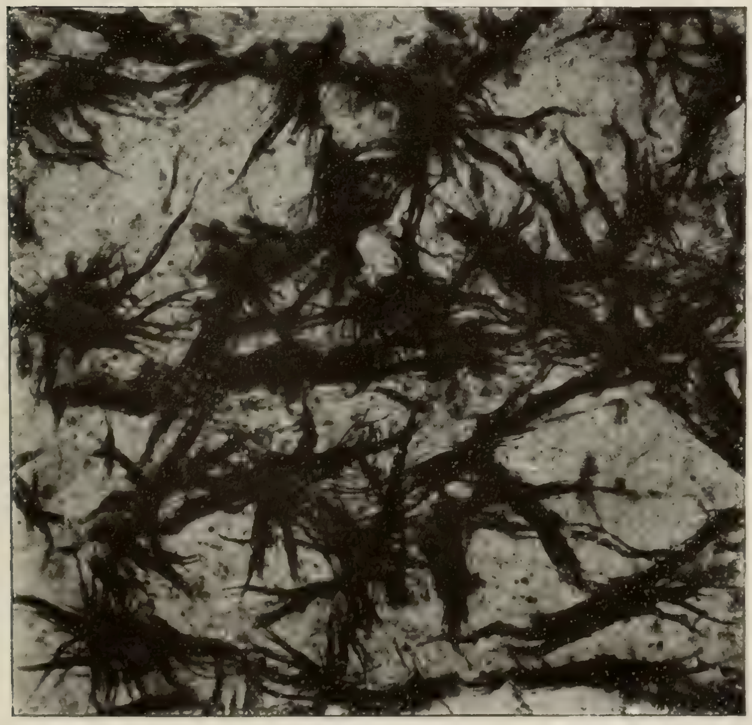


Fig. 13

Dott. ORLANDO PES *preparò e microfotografò*

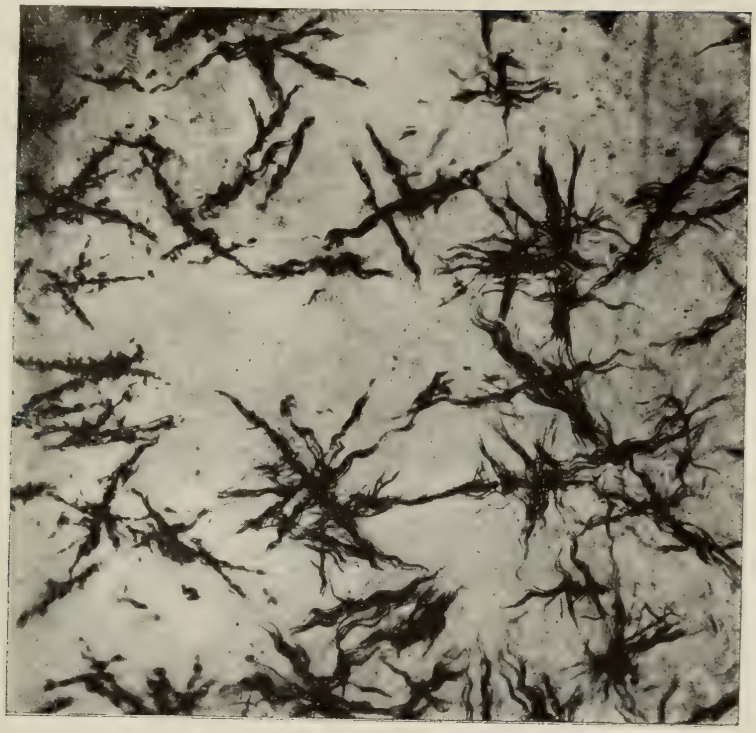


Fig. 14

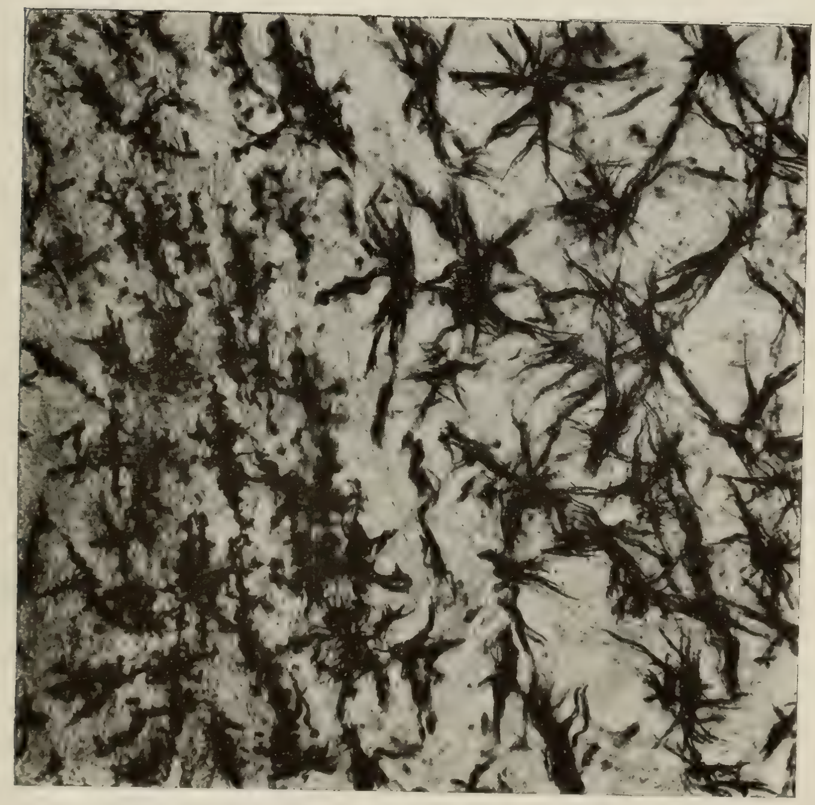


Fig. 15

Dott. ORLANDO PES *preparò e microfotografò*

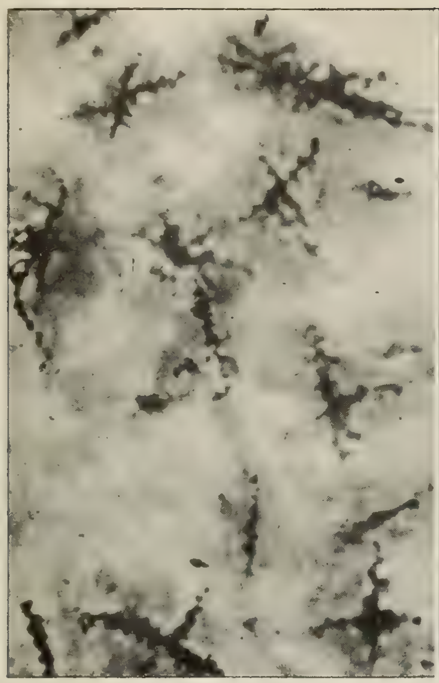


Fig. 16

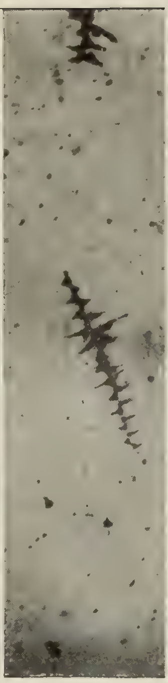


Fig. 17

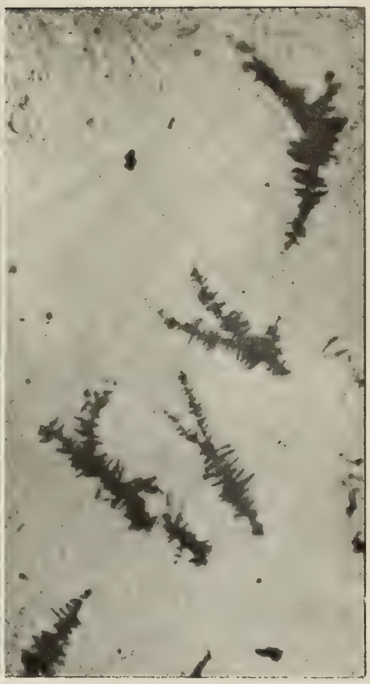


Fig. 18

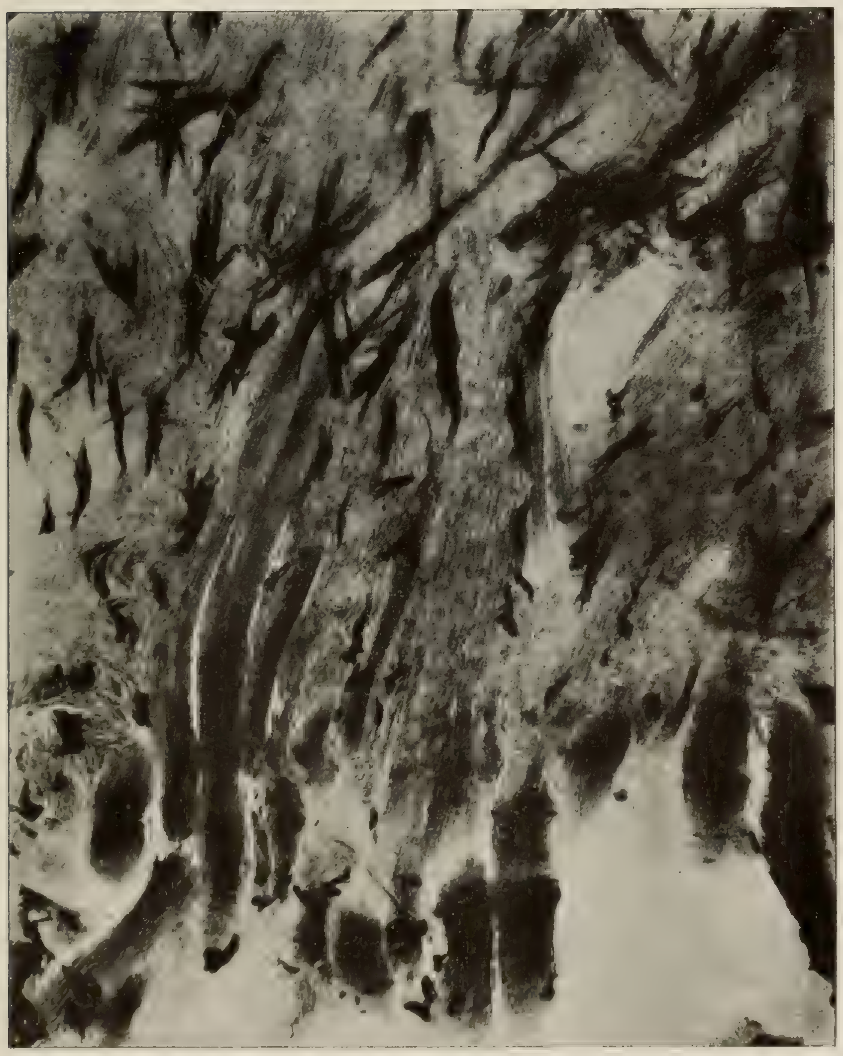


Fig. 19

Dott. ORLANDO PES *preparò e microfotografò*

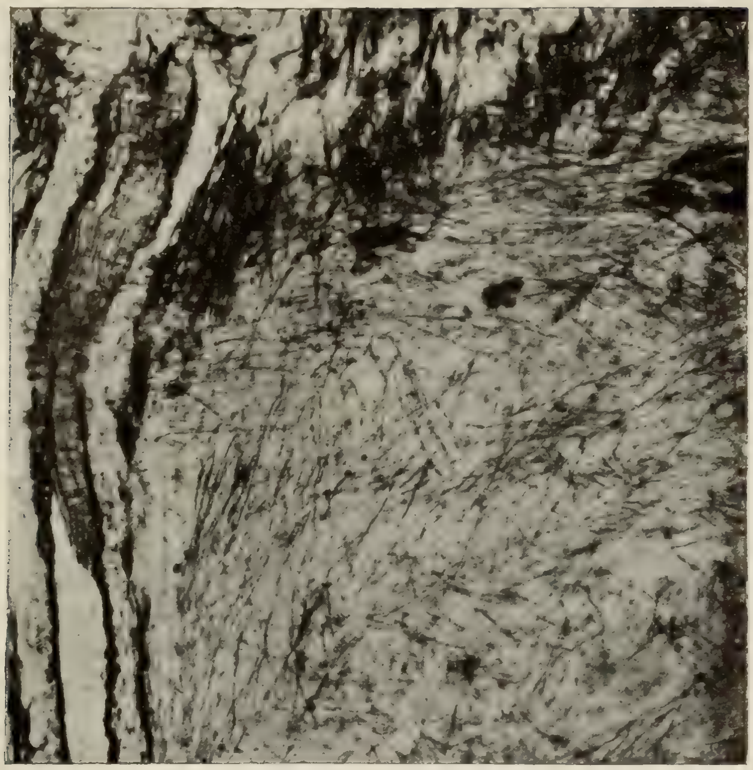


Fig. 20

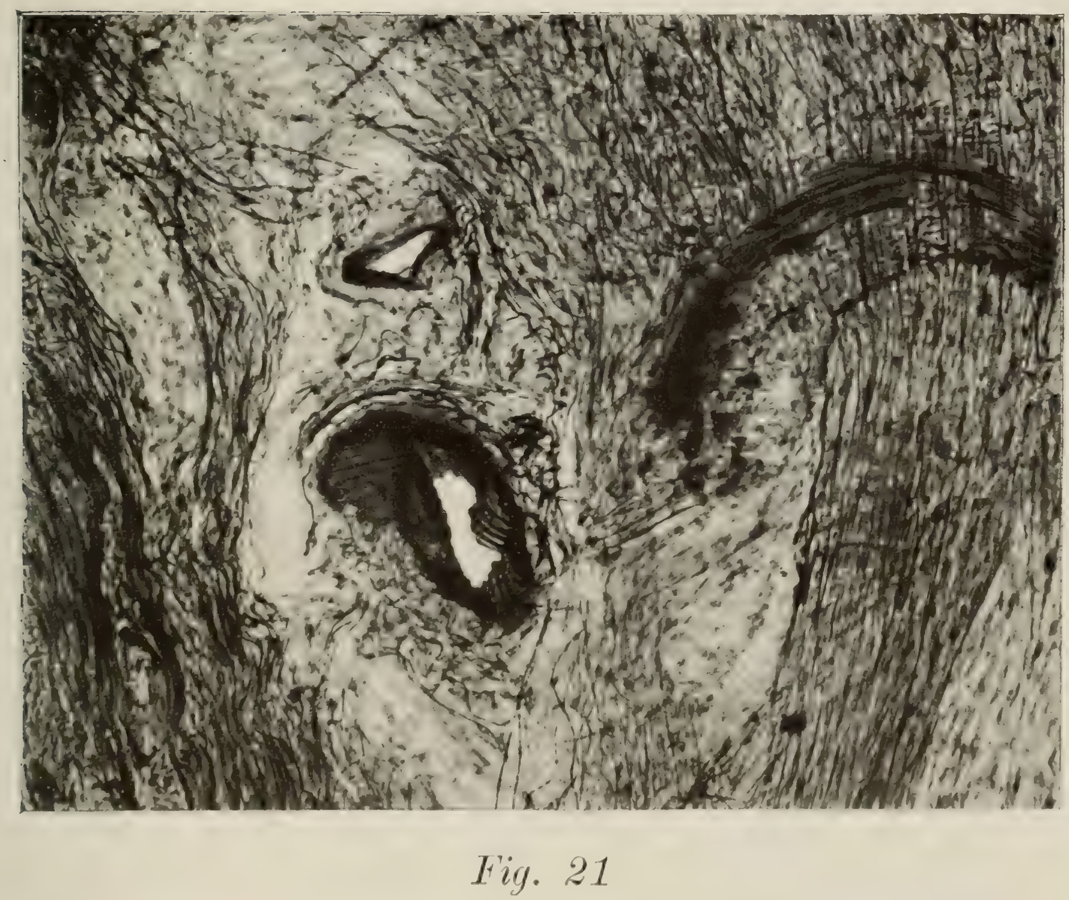


Fig. 21

Dott. Orlando Pes *preparò e microfotografò*

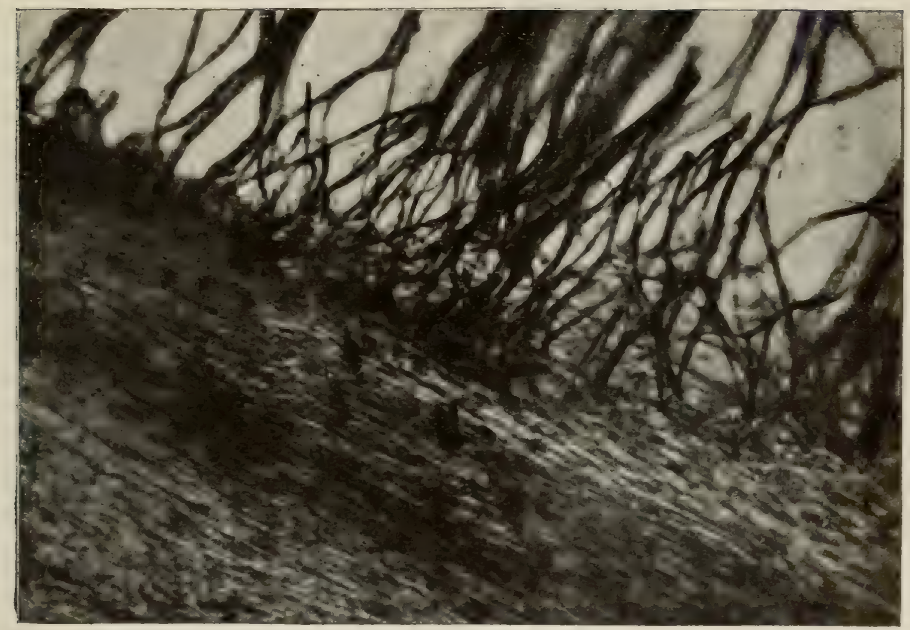


Fig. 22

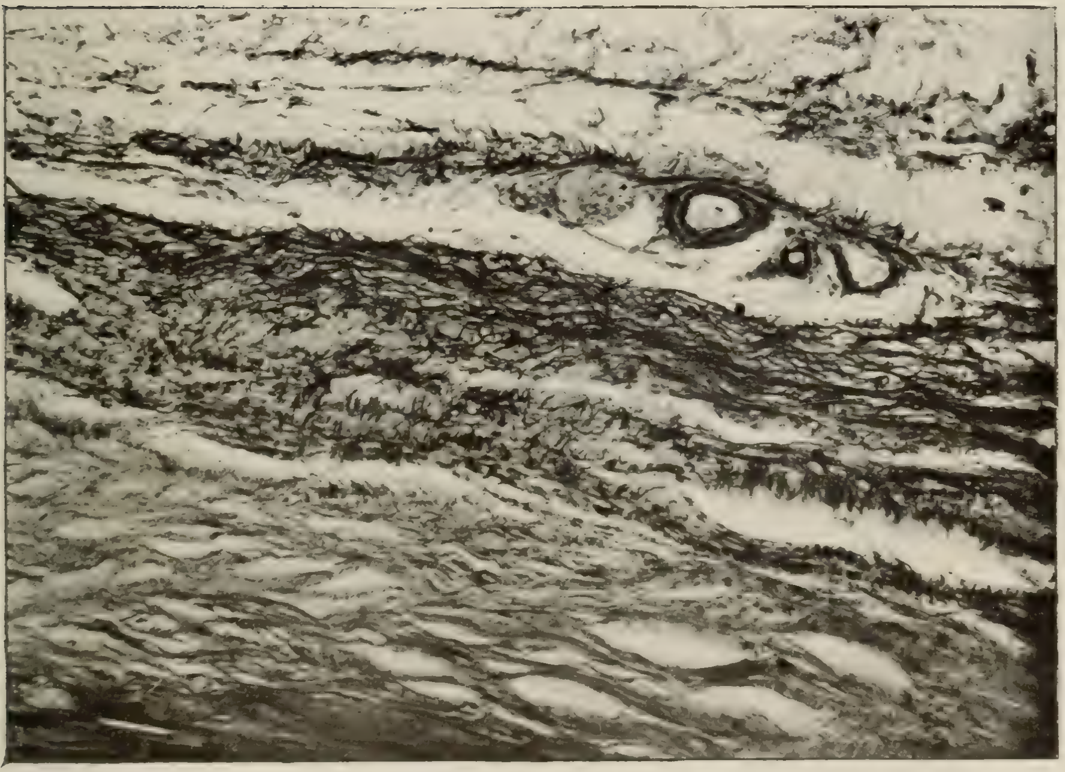


Fig. 23

Dott. ORLANDO PES *preparò e microfotografò*

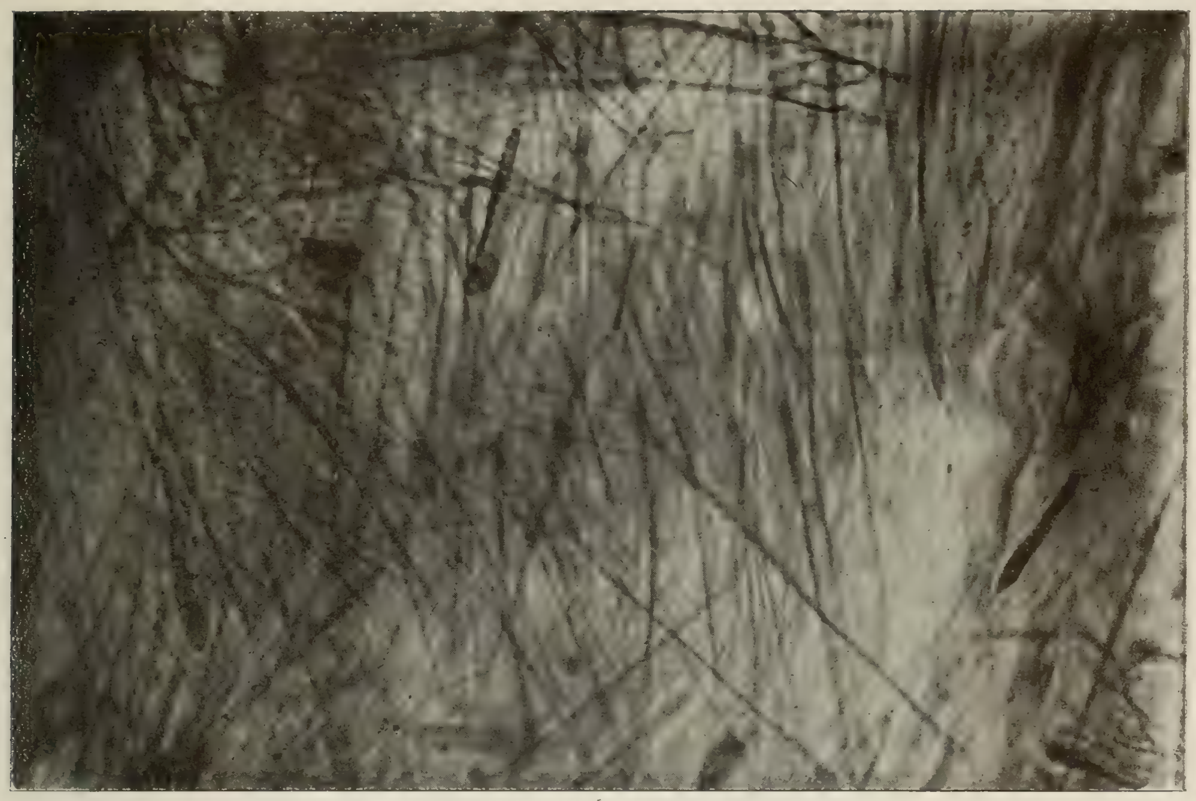


Fig. 24

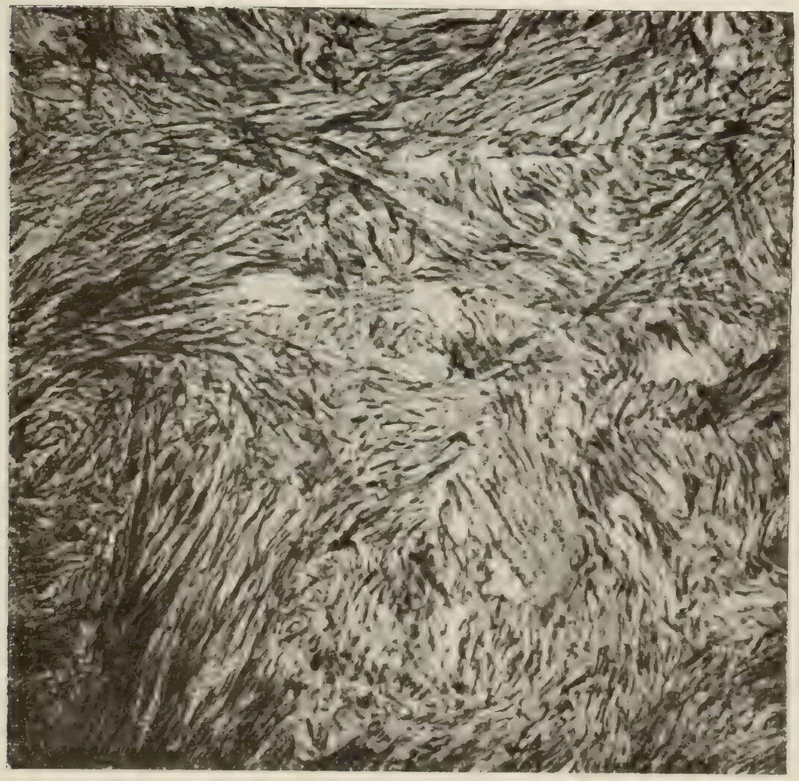


Fig. 25

Dott. ORLANDO PES *preparò e microfotografò*

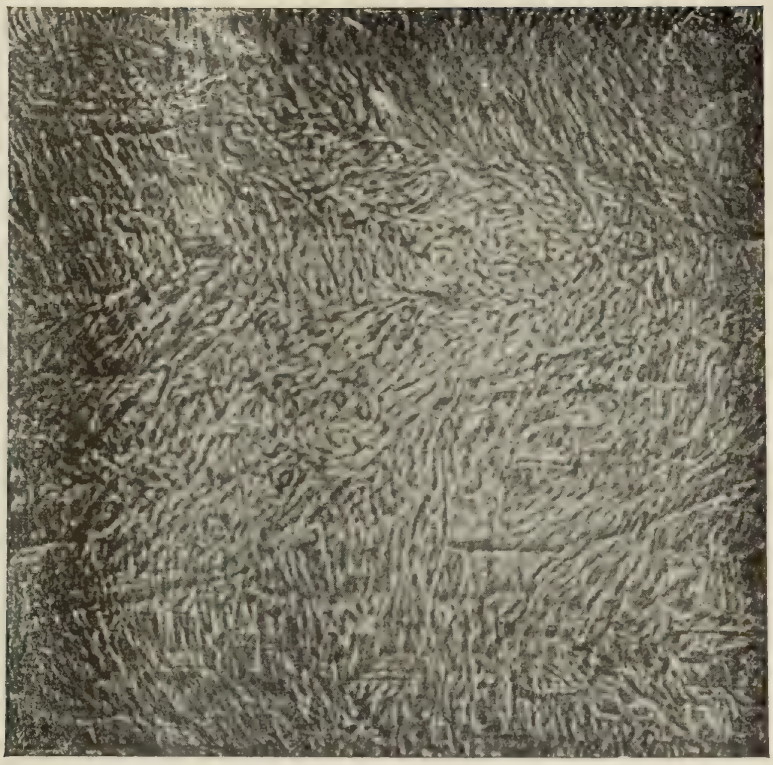


Fig. 26

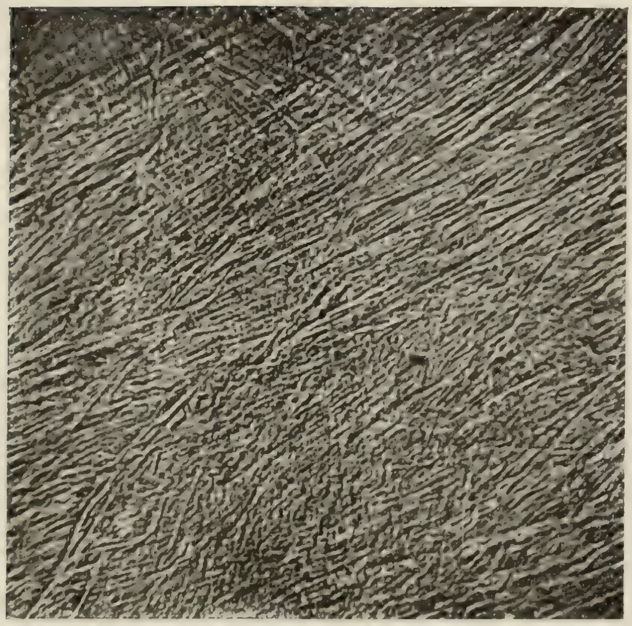
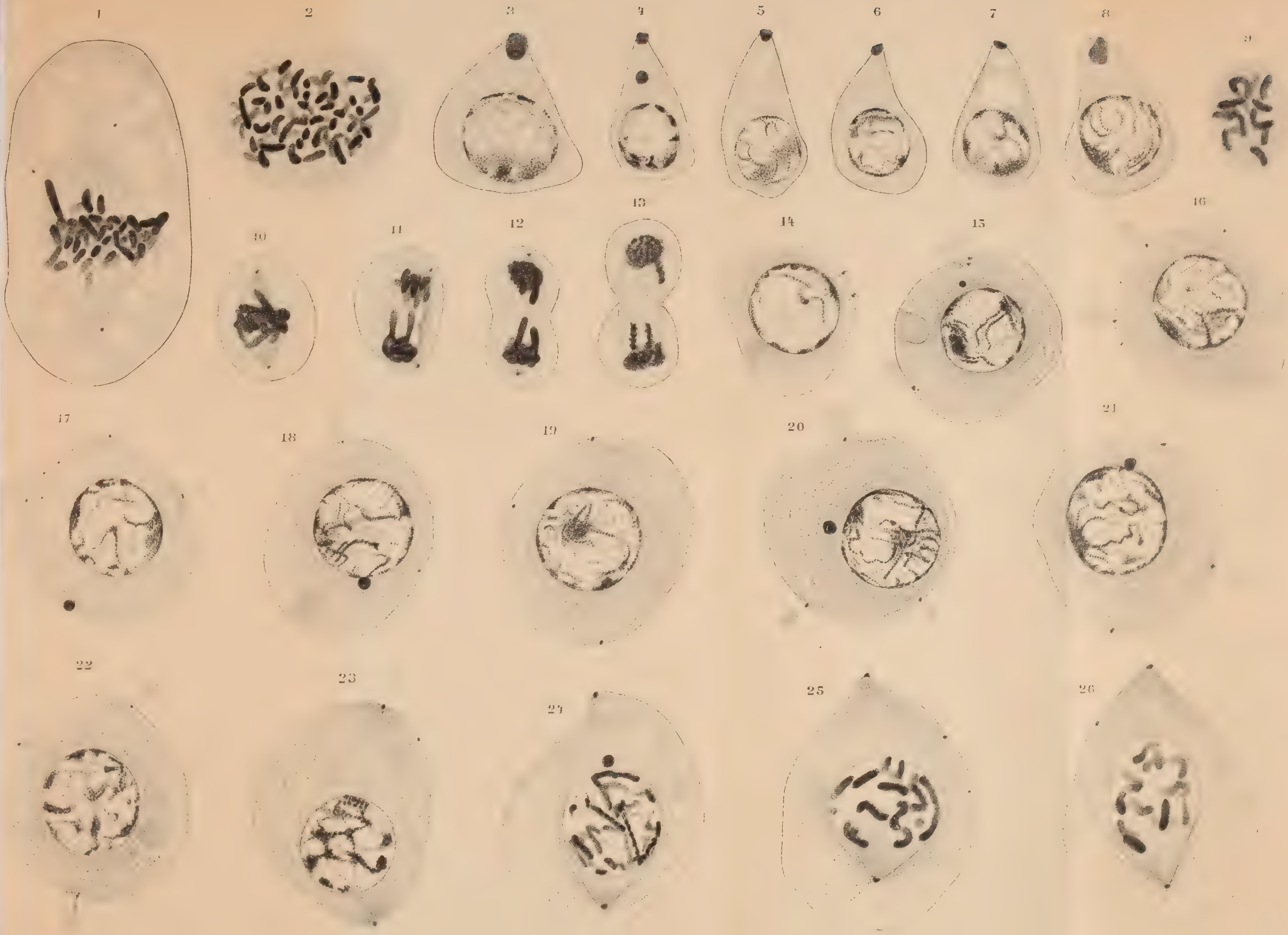


Fig. 27

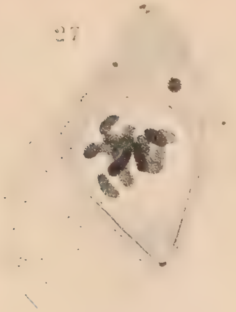
Dott. Orlando Pes *preparò e microfotografò*


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

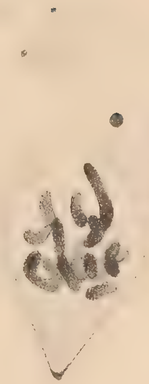
L. Granata dis

Lit. Salussolia, Torino

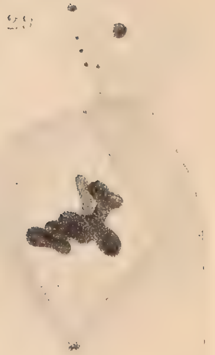
27



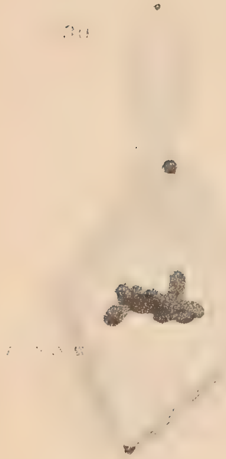
28



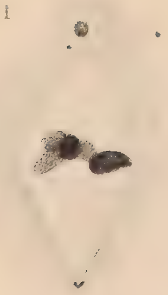
29



30

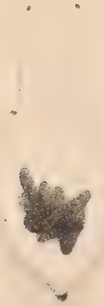


31

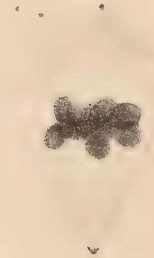


32

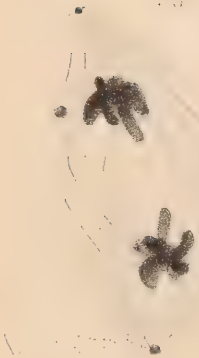
33



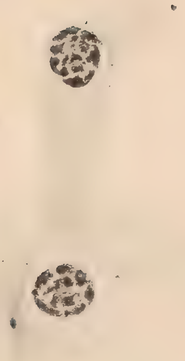
34



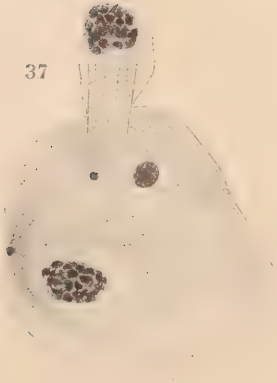
35



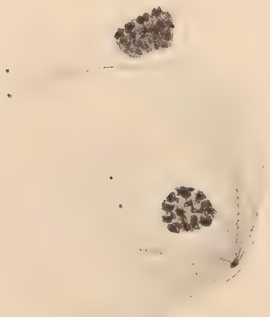
36



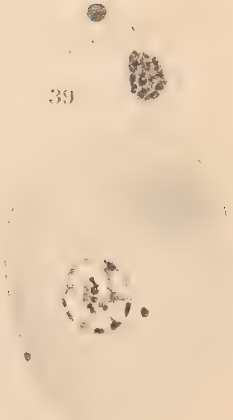
37



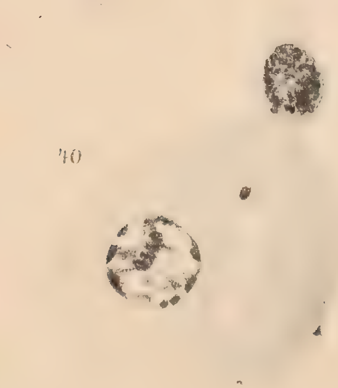
38



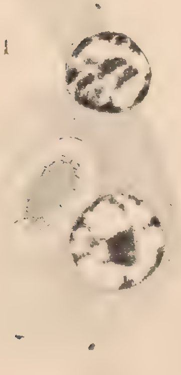
39



40

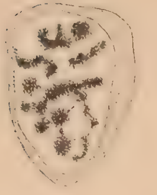


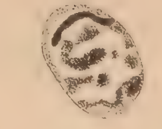
41

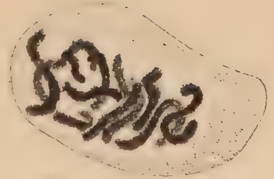


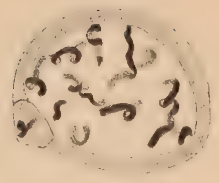
L. Granata dis.

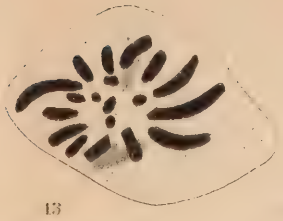
Lit. Salussolia, Torino

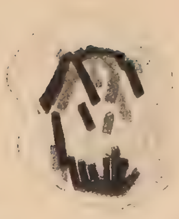
1


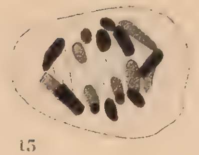
2


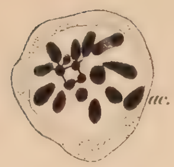
3


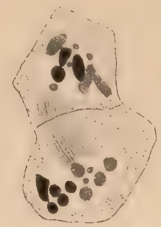
4


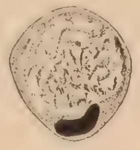
5


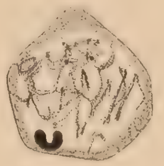
6


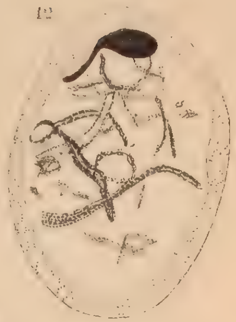
7


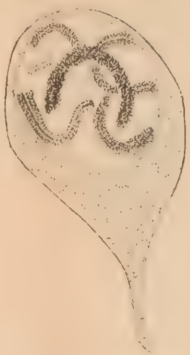
8


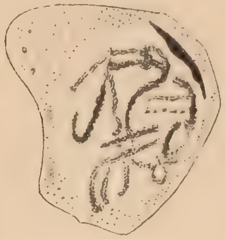
9


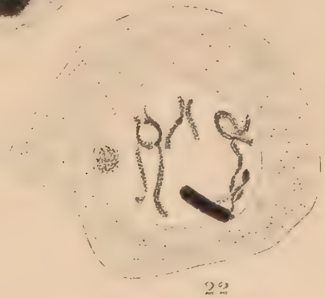
10


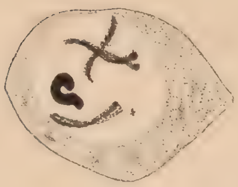
11


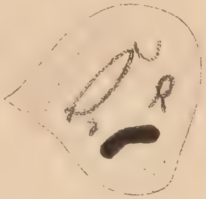
12


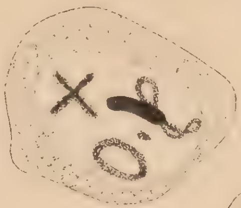
13


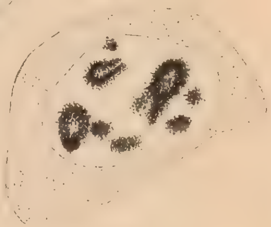
14


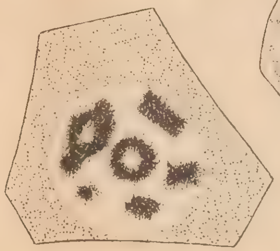
15


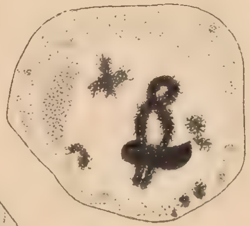
16


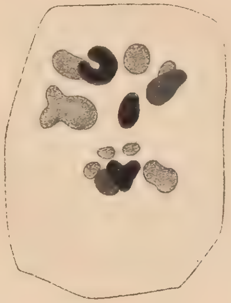
17


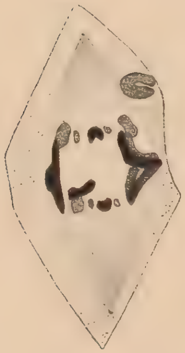
18


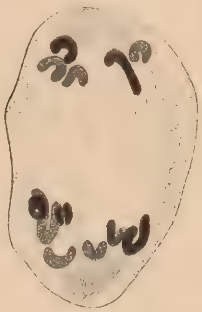
19


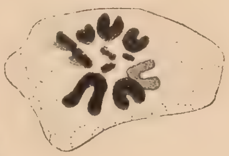
20


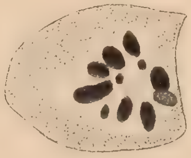
21


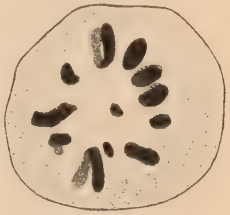
22


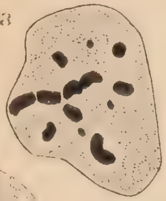
23


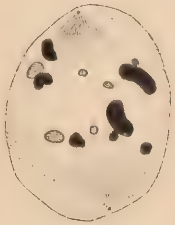
24


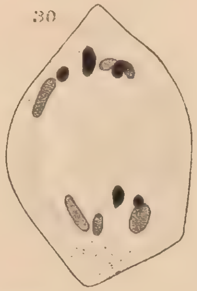
25


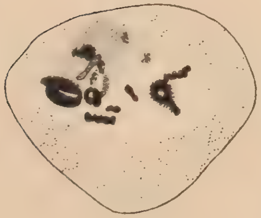
26


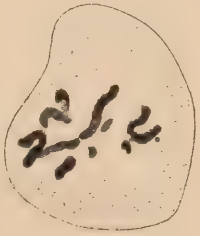
27


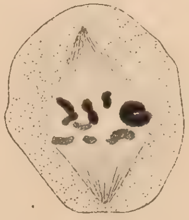
28


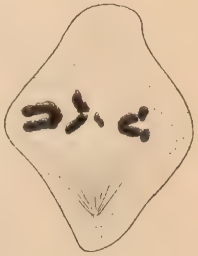
29


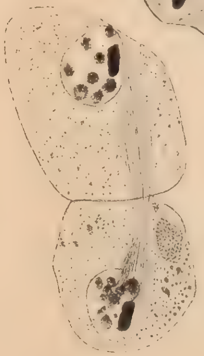
30


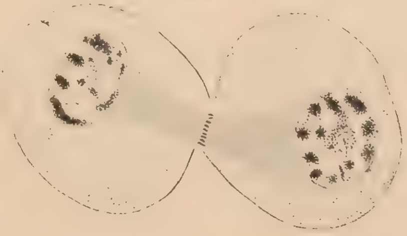
31


32


33


34


35


36


Ces. Artom dis.

Lit. Salussolia, Torino

3 2044 114 267 263